

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Норберт Винер



а - математик

R&C
Dynamics

I Am a Mathematician

The Later Life of a Prodigy

An autobiographical account of
the mature years and career of

Norbert Wiener

Professor of Mathematics
of The Massachusetts Institute of Technology
and s continuation of the account
of his childhood in Ex-Prodigy.

Doubleday & Company, Inc., 1956
Garden City, New York

Я — математик

Дальнейшая жизнь вундеркинда

Автобиографический отчет о зрелых годах
и научной карьере

Норберта Винера,

профессора математики Массачусетского
технологического института, который про-
должает отчет о его детстве, приведенный
в книге «Бывший вундеркинд».

Перевод на русский язык Ю. С. Родман и Н. А. Зубченко

R&C
Dynamics

РХД

Москва • Ижевск

2001

Интернет-магазин
MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

Интересующие Вас книги, выпускаемые нашим издательством, дешевле и быстрее всего приобрести через интернет-магазин. Регистрация в магазине позволит Вам

- приобретать книги по наиболее низким ценам;
 - подписаться на регулярную рассылку сообщений о новых книгах;
 - самое быстрое приобретение новых книг до поступления их в магазины.
-

Винер Н.

Я — математик. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 336 стр.

Книга Н. Винера о математиках и математике хорошо известна у нас в России и за рубежом, как одно из лучших произведений популярного математического жанра. Впервые приводится полный текст перевода без купюр (которые были в предыдущем издании). Одновременно в нашем издательстве выходит в свет перевод более ранней книги Н. Винера «Бывший вундеркинд».

Книга будет интересна широкому кругу читателей — как профессионалам-математикам, так и начинающим.

ISBN 5-93972-049-8

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001

<http://rcd.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	7
Предисловие	8
1. Первые шаги на математическом поприще	10
2. Международный математический конгресс в Страсбурге. 1920	36
3. Годы становления. 1920–1925	61
4. Европейский период моей жизни. Макс Борн и квантовая теория	76
5. Стипендия Гуггенхейма. Свадебное путешествие в Европу	95
6. Творческие успехи и радости. 1927–1931	107
7. Временный преподаватель Кембриджского университета	127
8. Снова дома. 1932–1933	142
9. Предвестники катастрофы. 1933–1935	149
10. Китай. Путешествие вокруг света	158
11. Предвоенные годы. 1936–1939	180
12. Годы войны. 1940–1945	195
13. Мексика. 1944	240
14. Ученые перед лицом моральных проблем. Атомная бомба. 1942–	255
15. Нанси, кибернетика, Париж и после Парижа. 1946–1952	273

16. Индия. 1953	293
17. Эпилог	309
Предметный указатель	317

ОТ РЕДАКЦИИ

Книга Н. Винера «Я — математик» уже известна российскому читателю по переводу, вышедшему в 1964 г. в издательстве «Наука». Однако в связи с идеологическими соображениями перевод был сильно сокращен. Здесь мы впервые приводим полный текст книги на русском языке.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Массачусетскому технологическому институту, которому я обязан возможностью работать и свободно мыслить.

Я только что закончил диктовать последние слова этой книги, рассказывающей о моей жизни приблизительно с того момента, когда в 1919 году в возрасте 24 лет я поступил в МТИ¹. Предыдущая часть, под названием «Бывший вундеркинд»², была посвящена детству и юности; а сейчас я написал о зрелом периоде своей жизни и о пути, который я прошел как ученый.

Я рассказал о сделанных работах, о поездках, о личных переживаниях и надеюсь, что эта книга даст ясное представление о развитии моего интеллекта. Моя цель состояла в том, чтобы разъяснить сущность глубоко научных идей людям, которые интересуются наукой лишь вообще и наверняка не занимаются ею практически. Поэтому я стремился всюду, где только можно, избегать научной терминологии и излагать свои мысли общедоступным языком. Выполнение такой задачи — прекрасная школа для любого автора; правда, при этом всегда есть риск, что цель так и не будет достигнута. Широкое использование научной терминологии превращает литературный язык в жаргон, но, с другой стороны, попытка передать смысл какой-нибудь научной идеи, не прибегая к помощи точных и четких обозначений, выработанных на протяжении всего развития науки, довольно легко может окончиться неудачей, поскольку работа эта гораздо труднее, чем может показаться критику, обычно имеющему дело с художественной литературой.

Так или иначе, я потратил два года на книгу, о достоинствах и недостатках которой в силу самой ее природы судить могут только другие, и сейчас,

¹Массачусетский технологический институт. (Здесь и далее, кроме особо отмеченных случаев, примечания переводчика.)

²Ex-prodigy. Имеется перевод на русский язык: Н. Винер. *Бывший вундеркинд*. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевск, 2001.

чтобы определить, насколько успешно я справился со своей задачей, мне остается только ждать приговора публики. Естественно возникает вопрос: зачем я взялся за столь неблагодарный труд? Ведь в лучшем случае книга ничего не прибавит к моей репутации ученого, еще способного заниматься наукой, а в худшем — даст прекрасный повод выступить против меня всем, кто в этом заинтересован. Честно говоря, я и сам хорошенько не знаю, для чего мне все это понадобилось. Наверное, какую-то роль здесь сыграло писательское тщеславие, к которому присоединилось желание показать, что, как человек и ученый, я могу чего-то достигнуть и за пределами избранной мной сферы деятельности.

Но помимо этих мотивов — я не вижу причины их скрывать — у меня были, конечно, и более серьезные побуждения. Так же как при работе над первым томом автобиографии, создавая эту книгу, я стремился прежде всего обрести то душевное спокойствие, которое наступает, когда, размышляя над тем, что осталось позади, приходишь к полному пониманию своего прошлого. Кроме того, мне хотелось поделиться некоторыми мыслями с теми, кто собирается посвятить свою жизнь математике или какой-нибудь другой науке. Мне кажется, что наше интеллигентное общество плохо представляет себе, какие обязательства налагает на человека занятие наукой и в какой обстановке протекает жизнь ученого. Я думаю, что имею право попытаться восполнить этот пробел. И последнее — у меня никогда раньше не было возможности последовательно рассказать обо всех интересовавших меня проблемах (по отдельности изложенных в ранее опубликованных работах), представив их в том хронологическом порядке, в котором они передо мной возникали.

В процессе написания я обсуждал эту книгу со многими своими коллегами; среди них мне хотелось бы отметить профессора Карла Дойча, работающего на кафедре гуманитарных наук МТИ, профессора Армана Зигеля из Бостонского университета, д-ра Дану Л. Фарнспорт, ранее работавшую на кафедре медицины МТИ, ныне профессора гигиены Гарвардского университета, и д-ра Мориса Шафетца. Кроме того, я хочу поблагодарить многочисленных секретарей, которые писали под мою диктовку, моих друзей, которые высказали о книге свои критические замечания, и всех, кто помогал подготовить ее к опубликованию.

Кембридж (Массачусетс),
День рождения Вашингтона¹, 1955 г.

Норберт Винер

¹То есть 22 февраля; этот день является в США национальным праздником.

1

ПЕРВЫЕ ШАГИ НА МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПОПРИЩЕ

«Я — математик» — вторая часть моей автобиографии. В первой части, озаглавленной «Бывший вундеркинд» (*Ex-prodigy*), я писал о нашей семье, о моих отношениях с отцом и о своей странной жизни чудо-ребенка. Теперь я хочу рассказать о пути, который я прошел как математик.

Чтобы связать воедино множество разрозненных фактов, лучше всего начать с какого-нибудь определенного рубежа. Для меня этим естественным рубежом является 1919 год, когда я начал работать в Массачусетском технологическом институте. Мне тогда исполнилось 24 года; слишком взрослый, чтобы продолжать считаться вундеркиндом, я в то же время еще недостаточно возмужал, чтобы совсем избавиться от странностей, свойственных необыкновенным детям.

Я не собираюсь возвращаться к своему детству, чтобы объяснить происхождение этих странностей — об этом достаточно написано в первой книге, — но о своей юности я все-таки хочу кое-что рассказать, поскольку в предыдущем томе я говорил об этом времени как о последней стадии развития ребенка, а сейчас оно интересует меня главным образом как начало формирования взрослого человека.

В детстве и ранней молодости самое сильное влияние оказывал на меня отец. Небольшого роста, живой, энергичный и темпераментный, Лео Винер легко увлекался, одинаково бурно выражая восторг и негодование; ученым он стал скорее в силу особенностей характера, чем благодаря какой-нибудь специальной подготовке. Профессор славянских языков и литературы в Гарвардском университете, отец как ученый впитал в себя лучшие традиции немецкой научной мысли, еврейской интеллектуальной культуры и того, что принято называть американским духом. Кроме этих особенностей, он отличался исключительным даром превращать всех окружающих в своих единомышленников, что, впрочем, объяснялось скорее притягательной силой его повышенной эмоциональности, чем любовью к власти.

Проведя двадцать лет в непосредственной близости с таким человеком и сознавая себя плотью от плоти его и костью от кости его, я, естествен-

но, оказался вылепленным совсем по иному образцу, чем остальные мои сверстники. Наукой я начал заниматься отчасти потому, что этого хотел отец, но в такой же степени и потому, что испытывал к научной деятельности глубокое внутреннее призвание. С раннего детства окружающий мир непрестанно возбуждал мое любопытство, и я настойчиво пытался проникнуть в сущность того, что видел и слышал. Мне было около четырех лет, когда я научился читать, и почти с этого самого времени я начал увлекаться научной литературой самого различного характера. К семи годам у меня за плечами был уже опыт чтения от таких книг, как естественная история Дарвина и Кингзли¹, до работ по психиатрии Шарко, Жане и других сотрудников Сальпетриер². Это собрание книг по самым различным научным вопросам, состоящее из томов разного формата, отпечатанных одинаково мелким неряшливым шрифтом, хорошо известно под названием «Библиотеки Гумбольдта».

Необузданность моей любознательности могла сравниться только с упорным стремлением отца упорядочить мое образование. Сам я занимался тем, что доставляло мне удовольствие, отец же учил меня языкам — древним и современным — и математике. Нельзя сказать, что эти предметы совсем меня не интересовали, но я занимался ими от случая к случаю, а при этих условиях нечего было и думать удовлетворить отца, который требовал не только точных знаний, но и безусловного умения применять их. Его суровая педантичность причиняла мне много страданий, и только убеждение, что он человек необыкновенно умный и по-настоящему цельный, делало меня терпеливым.

Необычно усложненный курс обучения, который я проходил дома, естественно, превращал меня в отшельника и развивал то наивное отношение ко всем вопросам, не связанным с наукой, которое невольно вызывало у окружающих чувство раздражения и антипатии. Я проводил немало времени с детьми, но никогда не пользовался особым расположением товарищей. Когда я в 9 лет поступил в среднюю школу³, у меня, наконец, появилось несколько друзей, но не среди соучеников, а из ребят моего возраста.

¹Кингзли Джон Стерлинг (1854–1929) — американский естествоиспытатель.

²Шарко Жан Мартен (1825–1893) — один из виднейших представителей французской медицинской науки XIX века, основоположник современного клинического учения о нервных болезнях, в течение нескольких лет главный врач в женской больнице Сальпетриер в Париже; Жане Пьер (1859–1947) — крупнейший французский психопатолог и психолог, директор психологической лаборатории Сальпетриер.

³В Америке 7–8-летние дети обычно поступают в начальную школу с восьмилетним курсом обучения, а затем в среднюю, где занимаются еще 4 года. Таким образом, поступая в среднюю школу в возрасте 9 лет, Винер оказался в одном классе с 15–16-летними подростками.

Особое положение, которое я занимал среди детей, подчеркивала еще тяжелая близорукость — я видел настолько плохо, что одно время врачи опасались полной потери зрения. Этот недостаток никак не сказывался на моем общем физическом самочувствии, но лишал меня возможности принимать участие в обычных забавах, которыми увлекались мои сверстники. Неуклюжий от природы, я чувствовал себя еще более беспомощным из-за слабого зрения и вынужден был отказываться от игр, требующих мало-мальской ловкости. Физическая неуклюжесть сама по себе достаточно неприятна, я же ощущал ее особенно остро из-за постоянных нотаций отца и язвительных замечаний, которые он то и дело отпускал по моему адресу. Про самого Лео Винера никто не сказал бы, что он мастер на все руки, но в отличие от меня он интересовался сельским хозяйством, садоводством и вообще всякой деятельностью на лоне природы, стараясь до конца использовать скромные способности, отпущенные ему господом богом. Моя очевидная непригодность к такого рода занятиям приводила его в полное замешательство.

Из-за постоянного одиночества, на которое я был обречен благодаря избранной отцом системе воспитания, из меня получился нелюдимый и неуклюжий подросток с весьма неустойчивой психикой. Я то преисполнялся невероятным самомнением и страшно гордился своими талантами, то под влиянием резких замечаний отца проникался сознанием собственного ничтожества и впадал в мрачное уныние при мысли о терниях и ухабах, которые ожидали меня на бесконечно долгом пути, заранее predetermined моим из ряда вон выходящим воспитанием. А тут еще постоянная отцовская агрессивность, только-только удерживающаяся на грани общепринятых приличий. Впрочем, надо сказать, что его природная импульсивность и внутренняя потребность в справедливости смягчали пагубность воздействия, которое такой пример мог бы оказать в других условиях.

Ко всему этому примешивалась еще проблема национальности, проблема, являвшаяся постоянным источником неприятностей на протяжении большей части моей жизни и немало содействовавшая тому, что в течение долгого времени я не мог обрести достаточную внутреннюю устойчивость. Я вырос в еврейской семье. Мои родители единодушно стояли за ассимиляцию и стремились, чтобы наш образ жизни ничем не отличался от образа жизни окружающих нас американцев, но относились они к своему еврейству по-разному. Для отца желание не выделяться среди других было инстинктивной мерой самозащиты, а еврейский вопрос — одним из множества вопросов, которыми он интересовался, и только; мать же угнетал

самый факт нашего происхождения, и вопрос об антисемитизме составлял главную заботу ее жизни.

Детей в нашей семье воспитывали не только в полном неведении относительно своего происхождения, но сознательно создавали о нем ложное представление. Мы, однако, не могли не заметить, что среди окружающих нас людей каким-то необъяснимым образом оказывалось довольно много евреев. Так как мать часто делала о евреях весьма нелестные замечания, у меня рано сложилось впечатление, что она стыдится своего происхождения и того, что мы тоже как-то с этим связаны. Позднее, когда мне исполнилось пятнадцать лет и из разговора с отцом я узнал, что мы тоже евреи, я вспомнил об этих замечаниях. Ощущение неполноценности, которое от них осталось, пробудило во мне глубокое внутреннее беспокойство, и прошло много лет, прежде чем я обрел необходимую меру уверенности в самом себе. До тех же пор я постоянно переходил из одной крайности в другую: сегодня сознавал в себе огромные силы, завтра сомневался в том, что я хоть чего-нибудь стою, и в соответствии с этими колебаниями становился то невыносимо самоуверенным, то столь же невыносимо малодушным.

Однако теми успехами, которых я достиг на жизненном поприще, и в том числе научными, я, конечно, обязан некоторым особенностям своего воспитания. Отцовская независимость повлияла и на склад моего характера и на мои привычки. Но гораздо важнее оказалось другое. Самую сильную сторону отца составляли не столько его исключительные умственные способности, сколько удивительная готовность совершенствовать свои знания ценой непрерывного упорного труда. На моих глазах он довел себя до полного изнеможения, переведя с русского языка на английский двадцатичетырехтомное собрание сочинений Толстого за два года, — труд, воистину достойный Геркулеса! Естественно, что от меня он ожидал того же, на что был способен сам. Поэтому с тех пор, как я вышел из младенческого возраста, я не помню такого времени, когда бы я мог жить спокойно, радуясь достигнутым успехам.

После окончания школы я поступил в Тафтс-колледж, недалеко от Бостона, потом занимался в Гарвардском и Корнельском университетах; в 14 лет в Тафтс-колледже я получил степень бакалавра¹, в 18 лет в Гарварде — степень доктора философии². Но по мере того, как я постепенно добивался самостоятельности (очень незначительной!), по мере того, как

¹Первая ученая степень, присуждаемая обычно по окончании колледжа.

²Самая высокая научная степень, присуждаемая университетами по представлении диссертационной работы. Примерно соответствует российскому кандидату наук.

с возрастом ко мне приближалась независимость зрелости, я все яснее и яснее понимал, что завоеванная мною свобода — это прежде всего свобода ошибаться и испытывать горечь поражения. Правда, из-за склонности отца внезапно принимать решения, предопределяющие мое будущее и связывающие меня так же крепко, как если бы их принял я сам, даже эта радостная свобода была довольно ограничена.

После защиты докторской диссертации Гарвардский университет предоставил мне стипендию для путешествия за границу. Я использовал ее, чтобы побывать в Англии — в Кембридже, а потом в Германии — в Геттингене. Хотя мне и раньше случалось уезжать из дома, только во время этой поездки я почувствовал, что волен жить по своему усмотрению, и вкусил радость свободного труда. В Кембридже моим главным учителем и наставником был Бертран Рассел. Под его руководством я изучал математическую логику и множество других гораздо более общих вопросов, касающихся философии математики и философии науки вообще. Рассел, который в то время — впрочем, и сейчас тоже — больше всего напоминал сумасшедшего шляпочника¹, блестяще читал лекции, посвященные главным образом недавно созданной теории относительности Эйнштейна. Вместе с небольшой группой студентов, собиравшейся у него дома, я изучал его работы по математической логике и, кроме того, слушал несколько рекомендованных им математических курсов. Самыми интересными из них оказались лекции по высшей математике, которые читал Г. Х. Харди, ставший впоследствии профессором в Оксфорде и Кембридже и оказавшийся, быть может, самой значительной фигурой из английских математиков этого поколения.

В Гарварде я защищал докторскую диссертацию по философии математики. Рассел убедил меня, что нельзя заниматься философией математики, не познакомившись более серьезно с самой математикой.

Я обратился к Харди и обнаружил, что он не только идеальный учитель, но и ученый, которого каждый молодой честолюбивый математик смело мог избрать образцом для подражания. Я впервые увидел его у Рассела, когда приезжал в Кембридж с отцом, который по своей обычной рассеянности бросил меня там на произвол судьбы. Тогда мы оба приняли Харди за студента, и только позднее я узнал, что этот робкий юноша, упорно стремившийся оставаться в тени, — великолепный спортсмен и высший авторитет во всех играх с мячом. В зрелые годы Харди стал типичным кембриджским профессором: невероятно сухопарый, вечно в невыглаженных брюках

¹Один из персонажей знаменитой детской книги английского математика и писателя Льюиса Керрола (1832–1898) «Алиса в стране чудес».

и мятой куртке, добрый, готовый каждому прийти на помощь, но ревниво оберегающий свою независимость и панически боящийся женщин — таким он остался у меня в памяти.

Лекции Харди доставляли мне истинное наслаждение. Я и раньше делал попытки проникнуть в область высшей математики, но каждый раз у меня оставалось чувство неудовлетворенности. Я постоянно ощущал, что в ряде доказательств имеются какие-то пробелы, и у меня не было желания притворяться, что я этого не замечаю. Позже выяснилось, что я был прав и что логические пробелы в обоснованиях математики беспокоили не только меня, но и моих первых учителей. Однако Харди с такой обдуманностью и осторожностью вел меня по лабиринту высшей математики, что при нашем приближении все препятствия отступали как по мановению волшебной палочки, и я, наконец, понял, что такое настоящее математическое доказательство. Харди же я обязан знакомством с интегралом Лебега — знакомством, которое привело меня к первым значительным математическим успехам.

Понятие интеграла Лебега не относится к тем, которые легко можно объяснить неспециалисту, но, поскольку оно очень важно для дальнейшего содержания этой книги, я все же постараюсь если не изложить его во всей полноте, то хотя бы дать представление о том, что это такое. Каждому ясно, что значит измерить длину отрезка прямой линии или площадь, ограниченную окружностью или какой-нибудь другой гладкой замкнутой кривой. В тех случаях, однако, когда требуется как-то измерить длину (или площадь, или объем) множества точек, причудливым образом разбросанных по бесконечному числу отрезков, или каких-то кусочков плоскости или пространства, ограниченных кривыми линиями или поверхностями, или тем более в случаях, когда наше множество точек является столь сложным, что даже приведенное выше довольно запутанное объяснение не описывает его строения, наглядные представления о длине, площади и объеме отказываются служить, и для точного определения соответствующих понятий приходится привлекать довольно абстрактные формальные математические рассуждения. Интеграл Лебега как раз и является инструментом, созданным для измерения сложных точечных множеств подобного рода.

Измерение объемов (или площадей, или длин) сложных областей неправильного строения совершенно необходимо для теории вероятностей и математической статистики; что касается меня, то уже в те далекие годы перед первой мировой войной мне казалось, что этим двум тесно свя-

занным между собой разделам в дальнейшем предстоит завоевать многие области физики. Эти дисциплины были расположены на «ничьей земле» между физикой и математикой. Как раз в таких промежуточных областях, лежащих на стыке нескольких наук, я сделал свои самые крупные открытия; по-видимому, это было связано с тем, что работа такого рода наиболее соответствует главным особенностям моей натуры.

На самом деле теория вероятностей и математическая статистика в какой-то мере предвосхитили основные тенденции развития современной математики в том отношении, что они органически опираются на физические представления и в этом смысле непосредственно зависят от понятий меры и вероятности, разъясненных на физическом языке в статистической механике замечательного американского ученого Джозаи Уилларда Гиббса. В дальнейшем рассмотрение вопросов, связанных с развитием математических идей в направлении их применения к решению конкретных физических задач окружающего нас реального мира, будет основной темой настоящей книги.

При изучении теории интеграла Лебега последовательно переходят от меры (т. е. длины) изолированных интервалов к мере более сложных множеств, состоящих из бесконечной последовательности интервалов, и далее к мере еще более сложных множеств, которые (так же как и совокупность точек, не принадлежащих к нашему множеству) можно сколь угодно точно приблизить такой последовательностью интервалов. Аккуратное изложение этой теории требует знания высшей математики, но не содержит никаких особенно длинных математических преобразований или запутанных логических построений. Для нас здесь существенно только то, что Лебег сумел разумным образом распространить понятие длины (т. е. меры) со случая отдельного интервала на случай наиболее сложных точечных множеств, для которых это понятие оказывается еще имеющим смысл.

Харди умер несколько лет тому назад¹; его более молодой коллега и неизменный товарищ по работе Дж. Е. Литтлвуд, с которым мне тоже приходилось работать, еще жив. В то время, о котором я сейчас рассказываю, Литтлвуд казался просто одним из многих блестящих молодых людей; позднее, познакомившись с ним поближе, я узнал, что он замечательный альпинист и еще более замечательный математик. Небольшого роста, плотный, мускулистый, как и пристало настоящему спортсмену, Литтлвуд и в математике и в альпинизме отличался неистощимым запасом сил и безупречным мастерством.

¹Книга Винера вышла в Америке в 1956 г.; Харди умер в 1947 г.

За долгие годы творческого содружества роли Харди и Литлвуда определились вполне четко: оригинальность замыслов и ясность мысли шли от Харди, непреклонное упорство и неустанная энергия — от Литлвуда. Интересно, что из них двоих Литлвуд был гораздо менее заметен, чем Харди. Однажды произошел такой случай. Литлвуд приехал в Геттинген к Эдмунду Ландау. Увидев его, этот баловень судьбы и математики со свойственной ему непосредственностью воскликнул: «Так, значит, Вы на самом деле существуете! А я-то думал, что это псевдоним, которым Харди подписывает свои работы, когда считает, что они недостаточно хороши для него».

Немного позднее, в этом же академическом году, Ландау и Давид Гильберт стали моими учителями; это произошло весной 1914 года, когда я перед самым началом первой мировой войны перебрался в Геттинген. Ландау родился в богатой еврейской семье, где многие поколения мужчин занимались банковским делом. В детстве он тоже был чем-то вроде вундеркинда. Его воспитывали в обстановке изысканной роскоши, и он с раннего возраста привык пользоваться всеми благами жизни, которые можно получить за деньги. Этот миниатюрный человек с совершенно недисциплинированным умом и внешностью херувима — маленькие стоящие торчком усики не нарушали общего впечатления — всегда казался чуточку не на месте в этом грубом мире. Если кто-нибудь спрашивал, как отыскать в Геттингене его дом, он совершенно спокойно говорил: «Нет ничего проще. Это самый красивый дом в городе».

Второй мой учитель, Гильберт, был человеком совсем другого склада. Спокойный, похожий на крестьянина, уроженец Восточной Пруссии, он отличался неподдельной скромностью, хотя хорошо сознавал свои силы. Про сына, не обладавшего выдающимися математическими способностями, он обычно говорил: «Математические способности сын унаследовал от матери, все остальное — от меня».

Гильберт брался за решение сложнейших проблем во всех областях современной математики и каждый раз добивался блистательных успехов. Он как будто олицетворял собой лучшие традиции великих гениев начала века. В моих глазах он был как раз таким ученым, каким я хотел бы стать сам: необычайно острое абстрактное мышление сочеталось у него с поразительным умением не отрываться от конкретного физического смысла проблемы.

За время пребывания в Кембридже Рассел не только показал мне настоящее значение математики, но и убедил в необходимости связи математики с физикой. По его инициативе я начал изучать замечательные достижения

Резерфорда и других ученых в области электронной теории и природы материи. Я не добился никаких особенных успехов, но получил по крайней мере возможность заблаговременно познакомиться с той самой теорией строения атомного ядра, которая привела к получению искусственных химических элементов и созданию атомной бомбы. Сейчас эти области науки вызывают в мире не меньший интерес, чем теория относительности Эйнштейна, — кстати, впервые оценить ее значение мне тоже помог Рассел. Научная атмосфера Геттингена, где я продолжал занятия, начатые в Кембридже, еще больше убедила меня в правильности отношения Рассела к физике.

На лето я возвратился в Нью-Хемпшир¹, приехав в Америку как раз в тот момент, когда началась первая мировая война. Следующий академический год я снова провел в Кембридже. Но в обстановке смертей и несчастий ни у кого не лежала душа к серьезной исследовательской работе, и я тоже оказался не в состоянии добиться каких-нибудь интересных результатов. В конце зимы 1914–1915 гг. немецкий подводный флот начал становиться серьезной угрозой на море, и отец потребовал, чтобы я вернулся домой.

Для Америки война началась на несколько лет позже, чем для Европы, но я думал о ней неотступно с августа 1914 года. Теперешнее поколение, выросшее в обстановке кризиса и связанных с ним неурядиц, вряд ли может себе представить, каким страшным потрясением явилась война для моих современников. Воспитанные с детства в убеждении, что затянувшееся викторианское благополучие является естественным состоянием человечества, мы верили, что в результате медленной, но неизбежной эволюции постепенно создадутся еще более благоприятные условия существования. Даже сейчас, сорок лет спустя, нам трудно воспринимать ту длинную цепь катастроф, через которые мы прошли, как нормальную жизнь. Мне кажется, что у каждого из нас время от времени появляется тайная мечта проснуться в одно прекрасное утро и снова вернуться к размеренной, спокойной жизни начала столетия.

В это тяжелое время я беспорядочно хватался за множество дел — научных и ненаучных. Подсознательно я все время ждал, что война вот-вот кончится, и тогда с возвращением нормальной жизни можно будет снова строить планы на будущее. Конец 1914–1915 учебного года я провел в Колумбийском университете, небрежно и не всегда вежливо слушая профессоров, которые после Харди и ученых Гарварда казались мне очень неинтересными. Бесконечные претензии, которые я предъявлял всем и каждому по поводу того, что со мной недостаточно считаются, и неумение играть

¹Один из восточных штатов США.

в бридж сделали меня притчей во языцах всего общежития, где остальные доктора философии были гораздо старше меня. Поэтому свободное время, которого у меня оказалось более чем достаточно, я заполнял долгими одинокими прогулками от университета до Беттери¹, а в промежутках слишком часто посещал кино и театр.

Математикой я тогда занимался много, но безуспешно. Мне хотелось использовать полученные у Рассела навыки абстрактного мышления в области топологии — своеобразной математической дисциплины, имеющей дело с узлами и другими геометрическими образованиями, характеризующимися своими общими свойствами, которые сохраняются при любой сколь угодно значительной деформации пространства, если только в процессе этой деформации не возникает никаких новых разрывов и не совмещаются никакие две ранее отделенные друг от друга точки. Топология включает в себя изучение таких объектов, как, например, известный односторонний лист Мебиуса, который можно получить, вырезав полоску бумаги и склеив концы после поворота одного из них на 180° . С помощью такой ленты можно показать эффектный фокус, предложив кому-нибудь из непосвященных сказать, что произойдет, если в середине такой ленты проколоть отверстие и начать разрезать ленту пополам вдоль всей длины до тех пор, пока разрез не вернется к исходному отверстию. Попробуйте проделать это сами, и вы убедитесь, что, как это ни невероятно, после такого разреза лента вовсе не распадается на два куска, а превращается в вдвое более длинное, но зато вдвое более узкое кольцо, закрученное на 360° вместо исходных 180° .

Через несколько лет после того, как я начал заниматься этими вопросами, топология стала модным разделом математики, особенно в Америке, где возникла большая топологическая школа, возглавляемая Освальдом Вебленом и Дж. У. Александером. Однако моя работа так медленно двигалась вперед, что к этому времени я уже совершенно в ней разочаровался и то ли уничтожил, то ли потерял рукопись, над которой трудился в Колумбийском университете.

1915–1916 академический год я провел в Гарвардском университете в качестве преподавателя-стажера. В уставе Гарвардского университета есть странный пункт, позволяющий каждому защитившему в университете диссертацию на степень доктора философии прочесть курс лекций по собственному выбору. Воспользовавшись этой привилегией, я избрал своей темой работы Альфреда Норта Уайтхеда. Мои лекции были посвящены строгому логическому построению обоснований математики. Уайтхед наглядно пока-

¹Беттери-парк расположен в южной части Манхэттена.

зал, что, используя логические конструкции в качестве определений, легко добиться того, чтобы некоторые математические понятия с самого начала обладали свойствами, которые представители школы постулатионистов вынуждены выводить из весьма искусственных формальных предпосылок. Так, например, Уайтхед предлагал рассматривать точку плоскости как совокупность всевозможных площадок, о которых, пользуясь более обычным математическим языком, можно говорить, что они содержат эту точку. Однако, читая лекции, я очень скоро столкнулся с серьезными логическими затруднениями, на которые немедленно обратил внимание профессор Дж. Д. Биркгоф. Мне еще не раз придется упоминать его имя, поэтому я хочу сказать о нем несколько слов.

Этот голландец из штата Мичиган был первым значительным американским математиком, не учившимся нигде, кроме Соединенных Штатов. В свое время он написал блестящую диссертацию по некоторым вопросам динамики, связанным с небесной механикой — областью прикладной математики, которой во Франции уделял особое внимание Анри Пуанкаре. С тех пор Биркгоф преисполнился решимости не только стать, но и надолго остаться первым среди американских ученых, работающих в тех классических разделах математики, которые объединяются под названием анализа и по существу представляют собой развитие исследований Ньютона по дифференциальному и интегральному исчислению и математической физике.

Высокий, худой, с неправильными чертами лица и плотно сжатым ртом убежденного кальвиниста, Биркгоф не заблуждался относительно своих на самом деле замечательных способностей. Как я потом узнал, он очень неприязненно относился к возможным соперникам и особенно резко проявлял свои чувства, когда речь шла о евреях. Биркгоф считал, что пресловутая ранняя зрелость евреев дает им лишний шанс на получение работы и облегчает борьбу, которую ведут все молодые математики в начале своей карьеры. Ему казалось, что это особенно несправедливо потому, что впечатление, которое производят евреи, как правило, обманчиво и со временем обнаруживается, что они недостаточно выносливы. Вначале, пока я был еще зеленым юнцом, Биркгоф, естественно, не обращал на меня серьезного внимания, но как только я оперился и добился некоторых успехов, он начал проявлять ко мне острую антипатию и как к еврею и — что было еще важнее — как к возможному сопернику.

В тот момент, когда я впервые почувствовал его неприязнь, мне трудно было понять, почему я и то, что меня непосредственно окружает, вызы-

вает в нем такую враждебность. Меня действительно никто не назвал бы привлекательным молодым человеком, и сначала я думал, что дело только в этом. Честно говоря, трудно было ожидать, что из меня получится что-нибудь привлекательное: когда ребенка с пеленок готовят к карьере ученого, на обучение хорошим манерам остается не слишком много времени. Я уже достаточно говорил о своем необыкновенном детстве и сейчас могу больше не тратить красноречия на описание антипатии, невольно возникающей у людей, занимающих определенное положение, когда они сталкиваются с молодым человеком, к которому не знаешь как подступиться. А я принадлежал к числу именно таких молодых людей.

Надо сказать, что, помимо всего прочего, я был еще чрезвычайно агрессивен по отношению к окружающим. Для этого имелись некоторые основания. Положение, которое я занимал в обществе, было в высшей степени неопределенным, и в глубине души я чувствовал, что не добьюсь успеха, если не проявлю всей напористости, на которую только способен. В этом убеждении меня поддерживал и пример отца, который, несмотря на все наши разногласия, по-прежнему оказывал на меня самое большое влияние и оставался в моих глазах идеалом человека. А уж он-то был настроен в высшей степени агрессивно!

Я знал об этом хотя бы потому, что до меня не раз доходили слухи о ссорах отца с коллегами по работе, что, впрочем, казалось мне совершенно обычным явлением. Правда, я не подозревал, что его вообще считали человеком в высшей степени непокладистым. Дело в том, что на людей, не склонных к бурным эмоциям, необузданный темперамент отца часто производил неприятное впечатление, а многочисленные недоразумения, которые при этом возникали, создали ему славу задиры, которую он заслуживал лишь отчасти. Много лет спустя я узнал, что враждебность Биркгофа в значительной степени объяснялась его полным непониманием характера отца и отвращением, которое вызывала у него привычка Лео Винера непрерывно хвастаться своим необыкновенным сыном.

Следующий учебный год я провел в университете штата Мэн. Я получил это место через бюро по найму преподавателей и чувствовал себя униженным из-за того, что моих научных достижений не хватило на то, чтобы получить работу, не прибегая к такого рода средствам. Весь год у меня было ощущение, что я живу в изгнании. (О горестных перипетиях этого времени я уже рассказал в первом томе.)

Конец академического года совпал со вступлением Соединенных Штатов в войну. Расставшись с университетом, я сделал несколько попыток по-

пасть в армию, но из-за слабого зрения был отвергнут всеми родами войск. Некоторое время я работал на заводе «Дженерал электрик» в Линне¹, но отец вызвал меня оттуда, так как я получил предложение, которое он счел более интересным: речь шла о третьестепенной должности в редакции Американской энциклопедии в Олбани².

Расставшись через короткий срок с энциклопедией, я с целой кучей других военных и штатских математиков взялся за работу на испытательном полигоне в Абердине в штате Мэриленд. Наша задача состояла в том, чтобы составить таблицу диапазона стрельбы артиллерийских орудий. В Абердине я пробыл больше полугода, сначала как штатский, потом как солдат. В роли военного мне пришлось солоно. Бывшие вундеркинды, очевидно, совершенно не годятся для военной службы. Во всяком случае, я то и дело оказывался повинным в грубых проступках, и, хотя всем было ясно, что мной не руководит злая воля, я производил явно неблагоприятное впечатление. Сойтись со своими товарищами я не сумел, и необходимость жить в бараках приводила меня в отчаяние. В феврале 1919 года во снисхождение к моей неспособности меня уволили из армии.

Несколько месяцев я перебивался литературной поденщиной для газет, а потом написал две работы по алгебре. Сами по себе они были неплохи, но лежали очень уж в стороне от основных научных проблем, занимавших в то время ученых. Тем не менее именно после их опубликования профессор В. Ф. Осгуд из Гарвардского университета помог мне получить должность ассистента³ на кафедре математики Массачусетского технологического института.

Осгуд был другом моего отца, и какой-нибудь год тому назад я еще изредка играл вместе с его сыновьями. В смысле науки Осгуда надо, наверное, считать главным представителем немецких традиций в американской математике. Он учился в Геттингене, там же женился на молоденькой немке и уехал из Германии с твердым намерением вести в Америке жизнь немецкого профессора. Вернее даже было бы сказать, жизнь немецкого тайного советника, потому что его идеалом был Феликс Клейн, бывший в течение

¹Один из крупнейших трестов электропромышленности, имеющий предприятия во многих городах США; Линн — город в штате Нью-Йорк.

²Административный центр штата Нью-Йорк.

³В американских высших учебных заведениях существует четыре преподавательские должности для лиц, имеющих ученую степень: самая младшая instructor, затем assistant professor, associate professor и самая старшая full professor или просто professor, которым в России приблизительно соответствуют должности ассистента, старшего преподавателя, доцента и профессора.

многих лет предметом поклонения всех немецких математиков и, как известно, удостоенный высокого титула *Geheimrat*¹. Осгуд был краснощеким здоровяком, ко времени нашего знакомства, увы, сильно облысевшим; следуя европейской моде, он в виде компенсации носил пышную лопатообразную бороду. На собраниях Гарвардского математического клуба Осгуд играл роль римского папы; он сидел, наслаждаясь сигарой, с которой обращался весьма странным, явно у кого-то заимствованным, способом: обстригивал сигару перочинным ножом в виде наконечника и докуривал до горького конца (потом мы узнали, что так курил сигары Феликс Клейн).

Осгуд написал несколько своих книг по-немецки, обнаружив вполне приличное знание языка, кроме того, он отличался способностью определять, что в математике правильно и что нет, руководствуясь некими моральными принципами, не имеющими никакого отношения к логике. Один из его принципов заключался, например, в том, что всех, кто работал под его руководством, он автоматически причислял к своим единомышленникам.

В свое время я, наверное, был недостаточно благодарен профессору Осгуду. Позабывшись, чтобы Массачусетский технологический институт, или МТИ, как его обычно называют, пригласил меня на работу, он действительно оказал мне большую услугу. У меня, однако, были некоторые основания не слишком высоко ценить этот акт милосердия. Прежде всего, Осгуд никогда по-настоящему меня не уважал, и я думаю, что если бы меня пригласили в Гарвардский университет, он вряд ли бы этому обрадовался. И еще одно. После окончания войны, по мере того как возобновлялась нормальная жизнь, вакансий появлялось все больше и больше; МТИ нуждался в огромном количестве людей для выполнения текущей преподавательской работы, но только для такой работы. В то время, о котором идет сейчас речь, администрация института предъявляла к кафедре математики одно-единственное требование — обеспечить регулярное чтение лекций. Все, что выходило за пределы повседневной рутины, не встречало никакой поддержки.

Правда, на кафедре математики работало несколько преданных делу людей, которые вопреки всему верили, что настанет день, когда МТИ займет достойное место рядом с Гарвардским и Принстонским университетами и станет одним из крупных центров творческой математической мысли Америки. Они стойко защищали свою позицию, несмотря на крайне неблагоприятные обстоятельства, заключавшиеся в том, что МТИ в то время считался обычным высшим техническим училищем, и к математике здесь относились просто как к одному из средств подготовки инженеров. Поло-

¹Тайного советника (нем.).

жение этих энтузиастов несколько облегчалось благосклонным отношением заведующего кафедрой. Профессор Х. У. Тайлер — маленький, живой и тоже с бородой — не только теоретически сочувствовал честолюбивым стремлениям своих сотрудников, но и практически им помогал. Сам он наукой не занимался и вначале спокойно мирился со второстепенным положением своей кафедры, считая, что его миссия — содействовать образованию людей, интересы которых сосредоточены прежде всего на инженерном деле. Но, как всякий хороший администратор, Тайлер был рад возможности выдвинуть свою кафедру, и позднее, когда мы, его подчиненные, начали завоевывать определенное положение в научном мире, он стоял за нас горой.

Новые товарищи по работе встретили меня, в общем, дружелюбно, а в лице Мура я нашел горячего защитника и верного союзника. Мур обладал замечательным даром заражать окружающих своей любовью к математике; благодаря этой способности он многим помог достичь того высокого уровня в науке, который для него самого был невозможен. Вот почему мне хочется засвидетельствовать здесь свое уважение этому большому, нескладному, комичному человеку и выразить восхищение его самоотверженностью, честностью и добротой.

Первые годы работы в МТИ я продолжал жить вместе с родными. Моя младшая сестра Берта занималась химией сначала в Радклиффском колледже, а потом в МТИ; старшая, Констанс, после окончания Радклиффского колледжа получила приглашение продолжить занятия математикой в Чикаго. Констанс регулярно писала о своих учебных делах, и эти отчеты, из которых было видно, что она обучается по очень примитивной системе, с одной стороны, будили во мне множество честолюбивых замыслов, а с другой, показывали, что мои шансы на широкое признание очень невелики.

В этот период моей жизни я усиленно пытался завязать какие-нибудь светские знакомства, принимая ради этого участие в воскресных чаепитиях, устраиваемых у нас дома или у кого-нибудь из друзей сестер. Я остался таким же неуклюжим, как в детстве, и родители все так же меня третировали. Они упорно навязывали мне друзей, которых сами для меня выбирали, категорически отвергая всех, кто почему-либо им не нравился. Нечего и говорить, что если я обращал чуть больше внимания на какую-нибудь девушку, они немедленно накладывали на нее вето. При решении этого вопроса мать и отец исходили прежде всего из того, как эта девушка относится к членам нашей семьи; то, как она относится ко мне самому, имело второстепенное значение. В этой ситуации я никогда ни в чем не мог быть заранее уверен и постепенно все более и более проникался решимостью воспользоваться лет-

ними каникулами, чтобы раз и навсегда сбросить с себя ярмо родительской тирании.

Институт был для меня местом отдохновения от домашнего гнета. Несмотря на тяжелую нагрузку — больше двадцати часов в неделю, — я находил время не только на то, чтобы изучать работы других, но и творить самому. Целый день с девяти утра до пяти вечера я просиживал в институте, но даже при этих условиях — откуда только молодость берет силы! — у меня не было большей радости, чем провести воскресенье (суббота считалась рабочим днем) в пустой аудитории, зная, что здесь меня никто не потревожит. Сейчас пятая часть того, что я тогда делал, оказалась бы мне не под силу.

Что же касается моего досуга, то, кроме кино и посещения старого Копли-театра, я развлекался прогулками в Мидлсекские горы, бродил по Голубым Холмам, а иногда сам мастерил примитивные санки для катанья с гор позади кладбища Маунт Обен; были у меня и друзья: несколько молодых сотрудников на кафедре и кое-кто из аспирантов Гарвардского университета. Зимой я доставлял себе удовольствие пройтись до МТИ по льду или отправиться пешком по Спакс-стрит от дома до Бостона; весной и осенью я очень неважно и без особого увлечения играл в теннис.

К этому времени мой постоянно углублявшийся интерес к физическим аспектам математики начал приобретать некоторую определенность. Здания МТИ, построенные на берегу Ривер-Чарльз, располагались так, что прямо из окон открывался широкий вид на живописные окрестности. Особенную радость доставляла река. За причудливыми капризами воды, казалось, можно следить с утра до вечера. Но для меня, математика и физика, в этой красоте была совсем особенная привлекательность. Как установить математические закономерности, которые управляют движением всей этой массы беспорядочно бурлящей воды? Ведь высшее назначение математики как раз и состоит в том, чтобы находить скрытый порядок в хаосе, который нас окружает. Ривер-Чарльз иногда внезапно покрывалась высокими валами с белыми гребнями пены, иногда чуть морщилась еле заметной рябью; длина ее волн то не превышала двух-трех дюймов, то достигала нескольких ярдов¹. Как дать математическое описание всех этих бросающихся в глаза явлений? Каким аппаратом воспользоваться, чтобы не утонуть в бесконечном разнообразии мелких подробностей этой картины? Было ясно, что эта задача как-то связана с проблемой статистического осреднения, родствен-

¹ Дюйм и ярд — линейные меры длины, принятые в Великобритании и США. Дюйм равен приблизительно 2,5 см, ярд — 91 см.

ной понятию интеграла Лебега, изучением которого я в это время как раз занимался. Так у меня впервые появилась мысль, что абстрактные математические теории, которые я изучал, имеют непосредственное отношение к описанию природы. Отсюда было уже недалеко до убеждения, что природа, в широком смысле этого слова, может и должна служить не только источником задач, решаемых в моих исследованиях, но и подсказывать аппарат, пригодный для их решения.

Одному из своих старших товарищей по кафедре, Хенри Бэйярду Филлипсу, я особенно признателен за то, что он помог мне оценить значение физики для математики. Этот высокий, худощавый уроженец Каролины¹, лишенный каких бы то ни было признаков возраста, вырос в то тяжелое время, когда никто еще не успел забыть гражданскую войну². Он до сих пор продолжает заниматься наукой и, не изменив своих принципов, по-прежнему убежден, что сделать новую работу гораздо интереснее, чем ее опубликовать. Ему больше, чем кому бы то ни было другому, я обязан тем, что понял, как важно математику иметь физическую интуицию. Кроме того, Филлипс познакомил меня с замечательными работами Уилларда Гиббса по статистической механике, и это знакомство оказалось значительной вехой на моем жизненном пути. Уиллард Гиббс, один из величайших американских ученых, фактически создал новую научную дисциплину, лежащую в промежуточной области между физикой и математикой. Вся его бедная событиями жизнь протекала в стенах Йельского университета, где он и умер в 1903 году, не добившись известности даже среди студентов и своих коллег. Гиббс сделал много интересного и в физике и в математике, но меня прежде всего интересовали его основные работы, относящиеся к статистической механике. Именно эти работы во многом определили мой собственный путь ученого.

Дело в том, что традиционный взгляд на физику, идущий от великого Ньютона, неразрывно связан с детерминистскими представлениями, согласно которым точное знание состояния всей вселенной или любой ее замкнутой части в какой-либо один момент времени уже содержит в себе точное знание всей ее последующей истории. В соответствии с основным предположением Ньютона, зная положения и скорости частиц в волне на поверхности Ривер-Чарльз, можно рассчитать движение этой волны во все последующие века. К сожалению, обладая измерительными приборами,

¹Северная и Южная Каролина — штаты на юго-востоке США.

²Война между северными и южными штатами 1861–1865 гг.

сделанными всего лишь руками человека, невозможно получить абсолютно точные значения положений и скоростей всех частиц в начальный момент времени. Поэтому физик, реально подходящий к явлениям природы, неизбежно сталкивается с вопросом: а что же на самом деле можно утверждать, опираясь на те приближенные данные о начальном состоянии, которые он может получить с помощью существующих приборов?

При решении этого вопроса ученый вынужден рассматривать вместо одной-единственной вселенной множество различающихся между собой миров, причем каждый из них имеет лишь некоторую определенную вероятность совпасть с тем, в котором он живет. Он не в состоянии с уверенностью сказать, что же будет происходить отныне и вовеки, а может только объяснить, что, по всей вероятности, произойдет в какое-либо определенное время, при каких-то определенных условиях. Новая область науки, опирающаяся на понятие вероятности, складывалась в течение значительного промежутка времени, но только работы Гиббса, в которых математически четко были сформулированы основные идеи статистической физики, внесли в это направление полную ясность.

Идеи Гиббса не случайно произвели на меня такое сильное впечатление. Как раз перед моим первым учебным семестром в МТИ д-р И. Барнетт из Цинциннати¹ перешел на работу в Кембридж, и мы с ним оживленно обсуждали различные математические и нематематические вопросы. Мне предстояло впервые вести самостоятельную научную работу, и я как-то не знал, на чем сосредоточить свои усилия. Я попросил Барнетта указать мне какую-нибудь симпатичную задачу, над которой еще никто не работал. Он сказал, что имеется огромное поле деятельности, связанное с обобщением понятия вероятности на ситуации, где «возможные состояния» не могут быть представлены точками некоторой плоскости или области пространства, а имеют характер кривых, описываемых какими-нибудь движущимися объектами.

Примером задачи, в которой «возможные состояния» естественно представляются точками, является задача о распределении попаданий в мишень в случае, когда по мишени делается несколько выстрелов и нужно заранее указать вероятную кучность пулевых отверстий. С другой стороны, в задаче о разлетающихся из улья пчелах или, еще лучше, о походе пьяного человека, направление каждого последующего шага которого никак не связано с предыдущим, приходится говорить о вероятностях различных путей.

¹Город в штате Огайо.

Предположим, например, что наш пьяница находится в центре квадратного поля заданных размеров; как в таком случае рассчитать, сколько в среднем понадобится ему времени, чтобы выбраться с этого поля?

Эта задача о вероятностном расчете процессов, содержащих беспорядочные колебания, имеет определенное историческое значение. Начало XX века сопровождалось существенными изменениями в математике, отражающими новые, более сложные представления о внешнем мире. В XIX столетии основной интерес математики сосредоточивался на изучении точечных объектов и величин, зависящих от переменных, значения которых также являются точками. Новые концепции, возникшие в начале нашего века, ставили своей целью заменить точки траекториями точек, т. е. кривыми.

Любопытно, что корни этого нового подхода к математике можно найти еще в XIX и даже в XVIII столетиях — я имею сейчас в виду те разделы математики, которые касались так называемого вариационного исчисления. В первоначальном дифференциальном исчислении Ньютона и Лейбница рассматривались задачи на максимум и минимум, в которых искомый максимум или минимум имел характер вершины холма или дна чаши (немного более сложный, но родственный характер имеет также перевал в горном хребте). Что же касается вариационного исчисления, то здесь рассматриваются значительно более сложные задачи, типа задачи нахождения самого быстрого пути от одной точки до другой в области, в которой возможная скорость передвижения меняется от точки к точке. Иными словами, в этом случае также решаются задачи на максимум или минимум, но ответом является уже не точка, а кривая.

Таким образом, истоки «математики максимумов и минимумов для кривых» относятся к весьма удаленному от нас периоду, однако полное развитие эта математика получила совсем недавно. Мир кривых гораздо разнообразнее и богаче мира точек, но только математики XX столетия сумели овладеть его богатством.

Под влиянием бесед с Барнеттом весь первый год пребывания в Массачусетском технологическом институте я потратил на поиски возможностей распространения понятия интеграла Лебега на случаи более сложные, чем те, которыми занимался сам Лебег. На эту тему уже имелась одна работа. Ее сделал молодой француз Гато, погибший на войне. К сожалению, он не охватил всего вопроса в целом, и, когда я попробовал продолжить его исследования, у меня создалось впечатление, что они ведут меня в неверном направлении.

Английский ученый П. Дж. Даниель, преподававший тогда в Институте Райс в Хьюстоне (Техас), тоже написал несколько статей, имевших отношение к интересующей меня задаче. Его работы понравились мне гораздо больше, чем статья Гато, и я решил взять их за основу. Однако Даниель не рассматривал специально семейства кривых, и моя попытка применить его методы к этим новым объектам сперва показалась мне самому надуманной и малоинтересной.

В то время я с жадностью набрасывался на различные научные журналы и в том числе просматривал «Труды Лондонского математического общества» (*Proceedings of the London Mathematical Society*). Там я наткнулся на статью Дж. И. Тейлора — впоследствии сэра Джеффри Тейлора¹, — посвященную теории турбулентности. Вопросы турбулентности имеют первостепенное значение для аэродинамики и авиации, и сэр Джеффри в течение многих лет считался столпом британской науки в этой области. Статья Тейлора близко соприкасалась с тем, что меня интересовало, так как в случае турбулентного движения траекториями частиц воздуха являются очень сложные кривые и окончательные результаты его статьи включают в себя понятие «осреднения», представляющее собой не что иное, как некоторый способ интегрирования по всей совокупности таких кривых.

Позднее, во время своих неоднократных поездок в Англию, я довольно хорошо познакомился с Тейлором. Это любопытный образец типично английского ученого-профессионала с глубокими знаниями, который ведет себя в науке как любитель. Тейлор — известный яхтмен, у него наружность человека, проводящего большую часть жизни на свежем воздухе, самым замечательным своим достижением он считает изобретение нового типа якоря для яхт.

Познакомившись со статьей Тейлора, я более серьезно задумался о возможности физической теории, оперирующей понятием осреднения по множеству кривых. Проблема турбулентности была слишком сложной, чтобы немедленно приступить к атаке, но имелась другая родственная проблема, которая оказалась вполне подходящей для анализа, относящегося именно к той области, которую я для себя выбрал. Это была проблема броуновского движения, явившаяся предметом моей первой важной математической работы.

¹ В Англии существует обычай присуждать дворянские звания за выдающиеся заслуги (в том числе и научные); при этом награжденный получает право именоваться «сэр» с обязательным прибавлением имени, например: «сэр Джеффри Тейлор» или просто «сэр Джеффри» (вместо обычного «мистер Тейлор»).

Чтобы понять, что такое броуновское движение, представим себе сперва игру в пушбол¹ на поле, кишачем игроками. Некоторые из них толкают мяч в одну сторону, некоторые в другую, и в результате большинство толчков гасят друг друга. Однако равновесие шара под действием противоположно направленных ударов будет все же лишь приближенным, так как не все толчки точно компенсируют друг друга. Поэтому шар будет все-таки медленно передвигаться по полю, причем движение его будет сильно напоминать движение пьяницы, о котором мы говорили выше. Иначе говоря, оно будет представлять собой пример беспорядочного движения, при котором будущие перемещения очень мало зависят от того, как двигался шар раньше.

Рассмотрим теперь молекулы жидкости или газа. Эти молекулы не находятся в покое, но совершают случайные, беспорядочные движения, подобные движению людей в толпе. Движение это будет тем более интенсивным, чем выше температура. Предположим, далее, что в жидкость помещен крохотный шарик, который отдельные молекулы толкают точно так же, как толпа игроков толкает мяч при игре в пушбол. Если наш шарик будет совсем уж крошечным, то мы его просто не сможем увидеть, а если он будет слишком большим, то столкновения молекул с ним будут в среднем весьма точно уравнивать друг друга, так что они не вызовут никакого движения. Существует, однако, промежуточная область размеров, при которых наш шарик является достаточно большим, чтобы его можно было увидеть в микроскоп, и достаточно малым, чтобы толчки молекул вызвали его непрекращающееся беспорядочное движение. Это движение, отражающее непрекращающееся беспорядочное перемещение молекул, называется броуновским движением. Впервые его наблюдали в микроскоп ученые XVIII века, причем оказалось, что такое движение присуще всем без исключения достаточно малым частицам, наблюдаемым с помощью этого прибора.

Таким образом, броуновское движение дает нам ситуацию, в которой частицы описывают кривые, принадлежащие к некоторому статистическому множеству кривых. Тем самым оно представляло собой идеальный объект для применения моих идей о лебеговском интегрировании в пространстве кривых, обладающий также тем преимуществом, что объект этот был физически реальным и тесно связанным с идеями Гиббса. И действительно, применив здесь свои соображения, относящиеся к общей теории интегрирования, я добился значительного успеха.

¹Игра, при которой игроки каждой из двух команд пытаются толкнуть огромный надутый шар так, чтобы в конце концов загнать его в ворота противника.

Само по себе броуновское движение вовсе не было совсем неисследованной областью физики. Но в фундаментальных работах Эйнштейна и Смолуховского, посвященных этой проблеме, изучалось или поведение некоторой частицы в какой-то фиксированный момент времени, или же зависящие от времени статистические характеристики большой совокупности частиц, математические же свойства траекторий отдельных частиц никак не затрагивались.

В этом последнем направлении почти ничего не было известно, если не считать глубокого замечания французского физика Перрена, отметившего в своей книге «Атомы» (*Les Atomes*)¹, что крайне нерегулярные траектории частиц, совершающих броуновское движение, заставляют вспомнить непрерывные, нигде не дифференцируемые кривые математиков. В этом замечании говорится о непрерывности, поскольку частицы не совершают никаких мгновенных скачков, и о недифференцируемости, поскольку кажется, что ни в какой момент времени эти частицы не обладают точно определенным направлением движения.

В случае физического броуновского движения частицы, разумеется, не во все моменты времени сталкиваются с молекулами — за каждым столкновением следует какой-то промежуток времени, в течение которого никаких столкновений не происходит. Эти промежутки, однако, слишком малы, чтобы их можно было наблюдать каким-нибудь обычным способом. Естественно поэтому идеализировать броуновское движение, предположив молекулы бесконечно малыми, а столкновения — происходящими непрерывно. Именно такое идеализированное броуновское движение я и изучал, обнаружив при этом, что его свойства являются прекрасным суррогатом загадочных свойств истинного броуновского движения.

К моему удивлению и удовольствию, я убедился, что при таком понимании броуновского движения его формальная теория может быть доведена до высокой степени совершенства и изящества. В рамках этой теории мне удалось подтвердить замечание Перрена, показав, что, за исключением множества случаев, имеющих суммарную вероятность нуль, все траектории броуновского движения являются непрерывными нигде не дифференцируемыми кривыми.

Мне кажется, что в статьях, написанных мной по этому вопросу, впервые было раскрыто нечто совершенно новое — возможность комбинирования лебеговой техники интегрирования с физическими идеями Гиббса. Тем

¹Перрен Жан Батист (1870–1942) — лауреат Нобелевской премии 1926 г., с 1929 г. почетный член Академии наук СССР; книга «Атомы» вышла на русском языке в 1924 г.

не менее статьи не содержали решения некоторых важных проблем, нужного для формального оправдания результатов Гиббса; такое решение лишь позже было получено в терминах, использующих понятие интеграла Лебега, Бернардом Купменом, Дж. фон Нейманом и Дж. Д. Биркгофом. Но это произошло лишь в 30-х годах, когда представление о том, что идеи Гиббса и Лебега вовсе не являются совсем чуждыми друг другу, уже не казалось столь неожиданным.

В период, когда я опубликовал свои первые статьи о броуновском движении, появились также исследования еще одного явления, которое также можно было бы описать в соответствии с моими работами. Это новое явление получило название дробового эффекта, и касалось оно прохождения электрического тока, состоящего из дискретного потока электронов, через проволоку или электронную лампу. Такой дискретный поток нельзя создать без того, чтобы в отдельные моменты времени проходящие электроны не сбивались бы в плотную кучу, а в другие — шли более редко. Эти нерегулярности, которые и составляют суть дробового эффекта, сами по себе очень малы, но их можно усилить и сделать вполне заметными при помощи ламповых усилителей. Поэтому такой «ламповый шум», или «проводниковый шум», является серьезным препятствием при использовании электрической аппаратуры, к которой приложена большая нагрузка.

В 1920 году очень малая часть электрической аппаратуры была нагружена в такой степени, при которой дробовой эффект принимал критическое значение. Однако дальнейшее развитие сперва радиовещания, а затем радиолокации и телевидения привело к тому, что дробовой эффект стал существенной заботой каждого радиоинженера. Дробовой эффект не только очень близок по природе к броуновскому движению (оба они являются результатом дискретности основных элементов физического мира), но и описывается математически той же самой теорией.

Так случилось, что мои работы по броуновскому движению через двадцать лет после опубликования оказались весьма полезны для инженеров-электриков. Однако при своем появлении и потом еще в течение долгого времени этот труд казался мертворожденным младенцем. Я долго собирался с духом, прежде чем за него приняться, и, наконец, летом в Страсбурге — об этом лете я буду рассказывать в следующей главе — написал первую статью. Математики тогда едва обратили на нее внимание.

К сожалению, прием, который ожидает в научном мире ту или иную работу, зависит не только от ценности ее содержания. Подчас гораздо более важным оказывается совсем другое. Например, то, какой интерес она

представляет для ведущих специалистов соответствующей области. Непосредственно после первой мировой войны самыми значительными математиками в Америке были Веблен и Биркгоф. Веблен занимался главным образом топологией — одним из специальных разделов математики, о котором я уже говорил. Он считал своей миссией убедить всех, что эта абстрактная область представляет собой новую американскую математику; что же касается европейской науки, занимавшейся главным образом анализом, выросшим из дифференциального и интегрального исчисления, то, по его мнению, она отжила свой век и уже не может дать миру ничего интересного. Веблен действительно является создателем интересного и значительного раздела математики, но его беспокойство по поводу печального состояния анализа оказалось по меньшей мере преждевременным. Как бы то ни было, я чувствовал себя слишком тесно связанным со старыми традициями, чтобы принять новую веру.

Биркгоф, наоборот, занимался анализом. Как я уже говорил, он считался признанным вождем американских аналитиков и был полон решимости сохранить это положение. Но Биркгоф был убежден, что анализ ограничивается теми разделами динамики, которые разрабатывал Пуанкаре и над которыми успешно трудился он сам; все, что выходило за пределы этой области, он безапелляционно относил к разряду малосущественных «специальных проблем».

Поскольку затронутые мной вопросы оказались вне круга интересов ведущих американских математиков, мои работы получили признание лишь много лет спустя, когда выросло новое поколение ученых и когда потребности промышленности и нужды новой мировой войны наглядно показали, что задачи, которыми я занимался, действительно заслуживают внимания.

В Европе мне оказали более радушный прием, чем на родине: Морис Фреше — я проводил вместе с ним лето 1920 года — очень благосклонно отнесся к моей работе, которая во многих отношениях была ему близка; его младший коллега Поль Леви начал исследования в области, смежной с моей, Тейлор в Англии живо заинтересовался моими идеями.

Харди, мой старый учитель, конечно, не мог не проявить снисходительности к работе своего бывшего ученика. Он горячо одобрил то, что я сделал, и это было мне особенно приятно, так как в то время я совсем не был избалован знаками внимания. Но при всем этом и в Европе, и в Соединенных Штатах ко мне относились просто как к молодому человеку со средними способностями, и уж во всяком случае никто не считал меня восходящей звездой молодого поколения ученых.

Тем не менее, как это часто бывает, я сам был полностью убежден в значительности моих новых идей, тем более, что они довольно быстро складывались в некую стройную систему, подчиняющуюся своим маленьким, но вполне определенным закономерностям. Основа безусловно была верна. Я настолько твердо в это верил, что уже тогда ничуть не удивился бы, скажи мне кто-нибудь, что эти работы имеют большое будущее. Чтобы представить себе дальнейшее развитие того, что я сделал, мне нужно было более основательно познакомиться с теорией колебаний и волн или, выражаясь языком математики, с рядами Фурье, интегралом Фурье и тому подобными вещами. С этой целью я начал тщательно изучать все те разделы математики, связь которых с физикой уже была установлена. Сотрудники нашей кафедры очень сочувственно отнеслись к моему стремлению заниматься прикладной математикой. В результате, начиная с этого времени, моя работа больше никогда не носила случайный характер: я нашел дорогу, по которой мог смело идти вперед.

Математика — наука молодых. Иначе и не может быть. Занятия математикой — это такая гимнастика ума, для которой нужны вся гибкость и вся выносливость молодости. Но очень часто молодые подающие надежды ученые, написав одну-две интересные работы, внезапно умолкают; проходит немного времени, и оказывается, что их имена так же безвозвратно преданы забвению, как имена экс-чемпионов спорта.

Жалкое зрелище являет собой человеческая жизнь, в которой короткий расцвет сменяется бесконечной вереницей тусклых, однообразных дней. Если математик хочет избежать этой участи, если он хочет, чтобы его карьера ученого не оказалась медленным спуском вниз, он должен использовать пору расцвета своих творческих сил на поиски такой неизвестной области науки или таких новых задач, которые, обладая достаточным внутренним содержанием и достаточной реальной ценностью, обеспечат ему возможность плодотворно работать в избранном направлении на протяжении всей жизни. Я вытянул счастливый жребий: проблемы, волновавшие меня в юности, так же как большинство вопросов, которые я поднял, начиная свою научную деятельность, до сих пор не утратили остроты; именно поэтому в шестьдесят лет мне нужны все оставшиеся у меня силы, чтобы справиться с требованиями, которые ежеминутно предъявляет мне жизнь.

Пусть только никто не подумает, что первый же успех сделал из меня героя в глазах родных. Отец радовался моему прилежанию и тому, что я в состоянии выполнить работу, доставляющую удовольствие по крайней мере мне самому; но, хотя я довольно громко выражал свои восторги, в то

время они еще не находили отклика в стенах Гарвардского университета, а сам отец уже перестал по-настоящему заниматься математикой и не мог без посторонней помощи оценить то, что я сделал.

2

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС В СТРАСБУРГЕ. 1920

В этой главе, как и в некоторых следующих, мне придется много говорить о своих поездках за границу. Я всегда получал от них очень большое удовольствие. Но для меня эти поездки, составляющие значительную часть моей биографии человека и ученого, никогда не были просто увеселительными прогулками, которые предпринимаются исключительно ради отдохновения от трудов. Поэтому мне хочется дать некоторое представление о том, какую роль они играли в моей жизни и, в частности, какое значение имело для меня путешествие 1920 года.

Тут, как и при описании многих других событий своей жизни, я должен прежде всего сказать несколько слов об отце. Мой отец получил чисто европейское образование, вернее, даже чисто немецкое, так как, хотя в гимназии и очень недолго в медицинской школе он учился на территории русской Польши, всеми своими духовными интересами — и отец это прекрасно понимал — он был связан с Германией. Хорошая постановка обучения в немецких классических средних школах, или гимназиях, как их обычно называли, способствовала широкому распространению этих учебных заведений по всей Центральной и Восточной Европе. Все образованные уроженцы Восточной Европы непременно имели хотя бы какую-то часть немецкого образования.

Но у отца были, кроме того, еще глубоко личные связи с немецкой культурой. Его собственный отец в течение долгого времени издавал газету на идиш¹, хотя сам был горячим поклонником литературного немецкого языка, который ставил гораздо выше еврейского. В один прекрасный день, не в силах дольше противостоять искушению, он начал выпускать свою газету на литературном немецком языке. Поскольку дело происходило в Бе-

¹ Язык евреев Восточной Европы, развившийся на базе немецкого.

лостоке, он, конечно, немедленно лишился всех своих подписчиков. С этого момента дела моего деда пошли под гору, и он больше уже не встал на ноги.

Воспитанный в такой семье, отец, естественно, считал немецкий своим родным языком. Завершать образование он приехал в Берлин. В то время старый Берлинский технологический институт, в который он поступил, размещался еще не в своей знаменитой резиденции в Шарлоттенбурге, а в центре города. Отец провел в Берлине всего несколько месяцев — его академическая карьера оказалась бурной и краткой. Кончилась она тем, что, загоревшись совершенно фантастической идеей, отец решил расстаться с германским подданством и искать счастья в Центральной Америке. Он надеялся основать там колонию вегетарианцев и жить в соответствии со своими гуманистическими принципами.

Никакого ясного плана у отца не было. Второй юноша, который должен был ехать вместе с ним, скоро понял, что он родился без шишки авантюризма, и отец застрял в Новом Орлеане как рыба на мели: совершенно один и без гроша за душой. Ни о какой Центральной Америке не могло быть и речи, и в течение нескольких лет он скитался по западным и южным штатам, ведя жизнь марктовеновского Геккльберри Финна.

Наконец, после множества приключений ему удалось заняться тем, для чего он был рожден — лингвистикой. Некоторое время отец преподавал в Центральной средней школе в Канзасе, а потом перебрался в Миссурийский университет. Бросив через некоторое время эту работу, он стал постоянным посетителем Гарвардского университета, где им заинтересовался профессор Фрэнсис Чайльд, издатель сборника шотландских баллад. Это знакомство помогло ему получить в Гарварде место ассистента и, в конце концов, через много лет привело на пост заведующего кафедрой славянских языков и литературы.

Отец считал себя выдающимся ученым, причем выдающимся ученым истинно немецкого типа, а по натуре он был энтузиастом и интересовался тысячами вещей, не имеющих никакого отношения к славянским языкам. Таких противоречий в отце было сколько угодно.

Одну из существенных сторон его характера составлял типично немецкий либерализм. Люди такого склада особенно часто встречались в Германии в середине и в конце прошлого столетия. Они явились продолжателями тех культурных традиций, которые сложились еще тогда, когда самым ярким выразителем немецкого духа считался Гете, а не кайзер Вильгельм II. Отец жил за пределами Германии и, в сущности, был самоучкой; во всяком

случае, как ученый он сложился вне ортодоксальных немецких академических традиций. Но несмотря на это, он в течение многих лет надеялся, что его выдающихся способностей и личных заслуг достанет для того, чтобы в Германии его признали великим немецким ученым.

Расчеты отца никогда не отличались особенной трезвостью. Он был слишком честным и слишком неискушенным человеком, чтобы проявлять настоящую житейскую мудрость. Прошло немало лет, прежде чем он понял, что великая немецкая наука все больше и больше превращается в покорную служанку государственной машины. Реальные успехи, которых добилась немецкая империя в результате франко-прусской войны, расплодили множество честолюбцев и любителей легкой наживы. Изменился дух и в университетах. Я должен признать, что там было немало ученых, которые благосклонно относились к новым идеям, независимо от источника их происхождения. Но, несмотря на это, с годами немецкие ученые стали замкнутой кастой, куда чужаку пути были заказаны. Особенно остро этот вопрос стоял в филологии и лингвистике, т. е. в тех областях, в которых объективная оценка работ вообще довольно трудна, а иногда и просто невозможна. Вот почему двери, в которые с надеждой стучался отец, так перед ним никогда и не открылись.

Впервые после эмиграции отец приехал в Европу в самом начале столетия, потом еще раз в 1914 году. Попав в Германию после длительной разлуки, он понял, что действительность превзошла самые худшие его ожидания: он оказался совершенно чужим. Это ощущение глубоко ранило его. Через какое-то время из обиды родилось негодование, потом негодование превратилось в ненависть. Отец возненавидел Германию, как начинаешь ненавидеть близких, которые несправедливо тебя унижают; политические и социальные изменения, происходящие в новой Германии, еще усилили это чувство.

Отец был ярым противником немецкого милитаризма, с которым ему пришлось познакомиться еще до начала первой мировой войны. Это привело к тому, что он стал одним из самых активных американских приверженцев Антанты. Вместе с Бирвиртом, профессором кафедры немецкого языка Гарвардского университета, он каждое утро прогуливался по Бретл-Стрит, ругая Германию на великолепном немецком языке; сама эта горячность уже достаточно говорила о той неподдельной личной заинтересованности в европейских делах, которая резко отличала отца не только от рядовых американцев, но и от большинства американских ученых, в основном заранее настроенных изоляционистски.

Отец горячо любил Америку и все американское, но как раз в своем отношении к этой стране он меньше всего был американцем. И не потому, что ему многое не нравилось — американскую систему образования он, например, считал весьма поверхностной, — а потому, что его любовь была привязанностью пришельца. Отец любил Америку как человек, который сам нашел и открыл эту страну, а такая любовь очень далека от чувства, которое испытываешь к чему-то настолько близкому, что оно уже неотделимо от тебя самого.

В нашем доме постоянно собирались ученые, приезжавшие из Европы. Это были люди в высшей степени либеральные и недовольные политической ситуацией, сложившейся в Европе. Некоторые из них принадлежали к касте великих реформаторов начала двадцатого столетия. У нас бывали Томаш Масарик, который впоследствии стал президентом Чехословакии и величайшим европейским государственным деятелем; Павел Милюков, историк, экономист, член Русской думы и, наконец, союзник Керенского; отец Пальмери, наиболее влиятельный католик восточной церкви и ее различных униатских церквей, которые склонялись к католическим канонам; а во время первой мировой войны Михаил Яцевич, инженер из Сибири, которому довелось составить множество контрактов для Царской России и охранять деньги, полученные по этим контрактам, от посягательств коммунистов для будущей некоммунистической и, возможно, демократической России.

Мы так привыкли слышать иностранную речь, что перестали воспринимать ее как нечто необычное. Что касается отца, то он знал около сорока языков. Однако его блестящие лингвистические способности и исключительная требовательность к четкости и беглости речи привели в нашей семье к довольно неожиданным результатам: мать и мы, дети, с трудом овладели одним иностранным языком.

Своеобразный уклад нашей домашней жизни не мог не пробудить во мне острого любопытства к Европе. А тут еще к любопытству примешивалось естественное желание снова вкушать от плодов европейской учености: как-никак, первая настоящая научная школа, с которой я познакомился, была английской, а вторая — немецкой. Вдобавок ко всему, у меня были еще соображения сугубо личного характера. Во время пребывания в Англии и в меньшей степени в Геттингене я впервые почувствовал, что отдыхаю от напряженной атмосферы нашего дома и от постоянного родительского контроля. А кроме того, в Европе я уже находил дружеское сочувствие своей работе, и это отношение было мне тем более приятно,

что оно резко контрастировало с неприязнью, которая встречала меня на родине.

Профессора английских университетов считают дурным тоном походить на профессиональных ученых. Они держат себя как любители и делают вид, что трудная и кропотливая научно-исследовательская работа их не занимает. Все, конечно, понимают, что это не более чем поза. Да и не нужно особой наблюдательности, чтобы заметить, с каким волнением все эти джентльмены, добровольно надевшие маску невозмутимости, относятся к новым идеям и с каким живейшим удовольствием их обсуждают. В Гарварде отсутствие явного интереса к творческой научной работе — отнюдь не только условность поведения. Истинно гарвардский профессор действительно считает дурным тоном слишком много говорить и слишком много размышлять о науке. Стремление вести себя по-джентльменски требует от него такой затраты энергии, что ни на что другое у него уже просто не хватает сил.

Теперь, наверное, моим читателям нетрудно представить, с каким нетерпением я ждал окончания войны, чтобы встретиться с европейскими учеными и снова насладиться относительной свободой дальнего путешествия. Рука отца вряд ли могла настигнуть меня за океаном. Но, кроме того, было еще одно обстоятельство, сообщавшее этому путешествию особенную привлекательность в моих глазах: приближалось время открытия международного математического конгресса, который должен был состояться в Страсбурге.

В нормальное время в научном мире существовал обычай, по которому раз в три-четыре года ученые, работающие в одной и той же области — математике, физике, химии, — собирались в каком-нибудь крупном центре, чтобы познакомиться с достижениями друг друга и сообща обсудить наиболее важные проблемы своей науки. Разразившаяся война временно помешала ученым в очередной раз продемонстрировать единство науки, а разделение мира на два враждебных лагеря после войны грозило надолго сделать эти встречи невозможными.

Последний международный математический конгресс перед первой мировой войной происходил в 1912 году в Кембридже (Англия). Следующий должен был состояться в 1916 году, но созвать его не было никакой возможности. Поэтому конгресс 1920 года не был подготовлен заблаговременно. Воспользовавшись благоприятным стечением обстоятельств, Франция взяла инициативу в свои руки и предложила созвать конгресс в одном из городов, только что возвращенных в ее лоно, а именно в Страсбурге.

Предложение это оправдывалось тем, что в новой Франции Страсбургский университет стал вторым по значению университетом в стране и единственным провинциальным учебным заведением со своими собственными традициями.

По многим причинам решение провести конгресс в Страсбурге оказалось неудачным. Потом я даже жалел, что своим присутствием как бы выразил согласие с этим решением. Немцев в виде наказания лишили права участия в конгрессе. В зрелые годы я пришел к выводу, что подобные меры недопустимы в практике международных научных отношений. Возможно, что в противном случае конгресс еще очень долго не мог бы состояться, но, может быть, лучше было согласиться на отсрочку, чем допустить проникновение националистического духа в такое действительно интернациональное учреждение, как международный съезд ученых. В свое оправдание я могу сказать немного: я был молод и занимал такое незначительное положение, что не чувствовал личной ответственности за направление развития мировой науки. Мне представлялся прекрасный случай поехать в Европу не туристом, а ученым — очень скромным, но все-таки ученым, — у кого бы на моем месте хватило духа отказаться?

Конгресс должен был состояться в сентябре, и мне хотелось до этого поработать с кем-нибудь из европейских математиков, интересующихся теми же вопросами, что и я. По некотором размышлении я остановил свой выбор на Морисе Фреше. Фреше яснее других понимал, какие возможности открывает математика кривых по сравнению с математикой точек (я говорил об этом в предыдущей главе), и в то время все были уверены, что его работы станут важным этапом на пути создания новой математической науки.

Надо сказать, что в настоящее время полученные Фреше результаты, при всей своей значительности, занимают в математике все-таки совсем не то место, которое им когда-то прочили. В какой-то степени это связано с тем, что его работы проникнуты духом абстрактного формализма, глубоко враждебным любым конкретным физическим применениям. Но в то время в Страсбурге — оценить прошлое всегда легче, чем предсказать будущее, — большинство считало, что Фреше безусловно станет вождем математиков своего поколения.

Лично меня в работе Фреше привлекало главным образом то, что по своей внутренней направленности она очень близко примыкала к тому, чем я пытался заниматься в Колумбийском университете в период увлечения топологией. Занятия под руководством Рассела и последующее знакомство с работами Уайтхеда пробудили во мне интерес к использованию в матема-

тике аппарата формальной логики. А в работе Фреге многие части так и напечатывались, чтобы их изложили на том странном и в высшей степени оригинальном математико-логическом языке, который Уайтхед и Рассел изобрели для своей работы «Принципы математики» (*Principia Mathematica*)¹.

Собственно, теперь я мог бы уже приступить к описанию конгресса, но, прежде чем рассказывать о событиях, происходивших в Страсбурге летом 1920 года, мне хотелось бы остановиться на смысле терминов «постулатизм» и «конструкционализм». Достоинства и недостатки этих двух школ до сих пор являются предметом многочисленных споров в математике. Не мудрено, что в Страсбурге эта проблема доставила мне множество волнений.

Греческая геометрия исходит из некоторых основных предположений, называемых аксиомами или постулатами; эти предположения рассматриваются как простейшие бесспорные законы логики и геометрии. Некоторые из них имеют в основном формально-логический характер, вроде аксиомы о том, что две величины, равные одной и той же третьей величине, должны быть равны между собой. Другие описывают пространственные отношения, как, например, аксиома параллельности, утверждающая, что через каждую точку P плоскости, не лежащую на заданной в той же плоскости прямой l , проходит одна и только одна прямая, не пересекающая l , которая и будет параллельна l .

Этот последний постулат не обладает самоочевидностью чисто логических постулатов математики. Целые поколения ученых всячески пытались доказать, что он не может нарушаться. В XVIII столетии итальянский математик Саккери потратил много усилий на исследование различных следствий, получающихся при отказе от аксиомы о параллельности, в надежде, что при этом он рано или поздно придет к какому-либо логическому противоречию. Саккери проделал интереснейшую работу и нашел множество новых форм аксиомы о параллельности, но все его усилия оказались тщетными. Чем более он старался найти противоречия среди следствий из отказа от этой аксиомы, тем более содержательной становилась совокупность фактов, получающаяся при таком отказе. Эта все возрастающая совокупность фактов постепенно приобретала характер геометрии, страшно причудливой по сравнению с обычной геометрией Евклида, но тем не менее внутренне нисколько не противоречивой.

Наконец, в начале XIX столетия целая группа ученых — венгерский математик Янош Бolyai, русский математик Лобачевский и великий немецкий

¹Трехтомный труд Рассела и Уайтхеда по математической логике.

математик Гаусс — пришла к смелому заключению о том, что отказ от аксиомы о параллельности вообще не приводит ни к какому противоречию, а означает только переход к новой, неевклидовой геометрии. Начиная с этого времени, все более и более росло понимание того, что так называемые постулаты геометрии, а также постулаты других математических дисциплин вовсе не являются непререкаемыми истинами. К ним начали относиться как к предположениям, которые можно принять или отвергнуть в зависимости от особенностей изучаемой математической системы.

Это соблазнительное отношение к математическим постулатам как к предположениям, произвольно устанавливаемым исследователем в зависимости от решаемой задачи, а не как к неизменным законам мышления постепенно стало обычным для математиков во всех странах. В Америке одним из первых пропагандистов этой точки зрения и, пожалуй, главным из ее ранних сторонников был Эдвард В. Хантингтон из Гарвардского университета; я учился вместе с ним в 1912 году, и он оказал большое влияние на мой образ мыслей.

В Англии главным постулатионистом был, вероятно, Уайтхед, но он соединял с чистым постулатионизмом представление о том, что изучаемые математикой объекты сами представляют собой некоторые логические конструкции, а не просто какие-то величины, описываемые совокупностью постулатов. Например, точки он иногда рассматривал как совокупность всех тех выпуклых фигур, про которые обычно говорят, что они содержат данную точку. Любопытно отметить, что аналогичные идеи независимо высказывал и Хантингтон и что важное исследование в этом направлении еще на несколько лет раньше было выполнено философом Джосайей Ройсом¹. Но классическим примером конструкционализма в математике остается определение целых чисел, данное Уайтхедом и Расселом в «Принципах математики».

Различие между постулатионистской трактовкой чисел и конструкционистской трактовкой, предложенной Уайтхедом и Расселом, заключается в следующем. Для постулатиониста числа являются некоторыми неопределяемыми объектами, связанными совокупностью принятых формальных отношений, или предметами особого рода, строящимися на основе нашего опыта при помощи определенных правил комбинирования данных более простых исходных опытов. При постулатионистской трактовке числа являются просто объектами, связанными отношениями «перед» и «после» так,

¹ Джосайя Ройс (1855–1916) — американский философ и педагог.

что если a находится перед b , а b перед c , то a будет находиться перед c , и что для каждого числа, отличного от нуля, существует число, находящееся непосредственно перед ним (т. е. непосредственно ему предшествующее). Это и есть основные постулаты при таком подходе к числовой системе.

При конструкционалистской трактовке чисел сперва вводится понятие единичного множества — такой совокупности объектов, что, взяв любой из них, мы будем иметь тот же самый объект. Число «один» после этого служит для обозначений совокупности всех единичных множеств. Диадой далее называется совокупность объектов, не являющаяся единичным множеством, но становящаяся единичным множеством после удаления из нее любого из входящих в нее объектов. Тогда число «два» — это совокупность всех диад. После этого триада определяется как совокупность объектов, не являющаяся ни единичным множеством, ни диадой, но превращающаяся в диаду, при удалении любого из входящих в нее объектов, а число «три» — как совокупность всех триад. Подобным образом при помощи процесса, называемого процессом математической индукции, может быть построено полное множество всех положительных целых чисел.

Неспециалисту все эти рассуждения могут показаться пустой игрой отвлеченными понятиями. В самом деле, разве, вводя эти определения первых целых чисел, мы не пользовались цифрами 1, 2 и 3 лишь в слегка завуалированном виде? Но для логика это возражение звучит малоубедительно, так как большая точность приведенных выше определений позволяет ему стать на твердую почву и перейти отсюда к более сложным математическим идеям.

Искусство построения все более и более сложных математических объектов, таких, как множества множеств и отношения между отношениями, было известно мне и из работ Хантингтона и из работ Рассела. К тому времени я уже написал две-три статьи о применении этой техники к некоторым элементарным математическим ситуациям.

Постулатионизм и конструкционализм, о которых здесь идет речь, отнюдь не были чисто математическими течениями. Постулатионистские взгляды, в частности, разделяют многие физики. И теория относительности Эйнштейна, и новая квантовая механика представляют собой как раз те разделы, в которых физика вырвалась из рамок классической геометрии Евклида и приняла новые определения, задаваемые некоторыми совокупностями аксиом, но не опирающиеся на неизменную и незаменимую геометрическую интуицию, лежащую в основе старой кантианской теории пространства.

Конечно, справедливо, что тенденция придумывать постулаты ради постулирования и писать научные статьи ради их писания получила широкое распространение в современной математике. И все-таки холодное и суровое посредничество логики подобно холодному и суровому посредничеству мрамора принуждает к определенной внутренней дисциплине всех и в том числе поклонников нового образа свободы, за исключением, быть может, самых пустых и пошлых математиков.

Как я уже говорил, меня воспитали в постуляционистских традициях, но в первые годы создания конструкционализма, выросшего из постуляционизма, я приобщился и к этому движению. Раздумывая, с кем из французских ученых я мог бы совместно заниматься наукой, я искал такого человека, работы которого показывали бы, что он связан с одним или с обоими из этих двух направлений мысли. В этом отношении Фреше не имел соперников среди французских математиков.

До сих пор я говорил о развитии постуляционизма и конструкционализма только в Англии и в Америке. В Германии тоже довольно рано появились представители обоих этих направлений; наиболее значительными и оригинальными среди них были Г. Фреге и Шредер. Во Франции, наоборот, сравнительно поздно привились новые навыки мышления, но как только постуляционизм получил здесь признание, Фреше стал бесспорным вождем нового направления. Я сам сделал одну или две не совсем безуспешные попытки дополнить постуляционизм Фреше и использовать его в качестве аппарата для конструкционалистского изучения новых более сложных пространств, в которых роль точек играют кривые. Эти мои попытки фактически лежали, однако, уже вне рамок собственных работ Фреше.

Я написал Фреше и попросил его взять меня в ученики на время летних каникул, которые предшествовали конгрессу в Страсбурге. В ответ пришло очень теплое письмо с приглашением приехать. Фреше собирался провести лето в Беарне на испанской границе, но потом его планы изменились, и он предложил мне сначала поработать вместе с ним в Страсбурге, а в конце лета перебраться в маленькую деревушку в Лотарингии, которую немцы называли Дагсбург, а французы — Дабо.

В начале июля я уже находился на борту французского пассажирского парохода «Ла Турен», совершавшего регулярные рейсы между Америкой и Францией. На том же пароходе плыли в Европу несколько друзей нашей семьи, которые обещали родителям приглядывать за мной. Однако уже наступили насквозь пропитанные джином двадцатые годы, и я обнаружил,

что мои пуританские привычки плохо согласуются с представлениями моих стражей о радостях морских путешествий.

Я не принадлежал к числу идейных трезвенников и с удовольствием пил вино, которое подавали к столу. Правда, я всегда разбавлял его водой, так как крепкие спиртные напитки не доставляли мне удовольствия. К сожалению, компания, в которую я попал, не только придерживалась противоположных взглядов, но еще всячески старалась изменить мои вкусы. Эти попытки возмущали меня до глубины души. Я считаю, что обычай заставлять людей пить — такое же посягательство на личную свободу, как стремление синеносых¹ утвердить сухой закон. В общем, я плохо чувствовал себя на пароходе и ни с кем не сблизился. Я с нетерпением ждал той минуты, когда можно будет сойти на берег и расстаться, наконец, с моими спутниками.

Во время путешествия произошел один довольно интересный, хотя и не очень приятный эпизод. Погода нам не благоприятствовала, большую часть пути было хмуро и облачно. Под конец в течение нескольких дней никак не удавалось определить высоту солнца. Пароход шел с полной скоростью, а курс определялся только по лагу и компасу. Поддерживать связь по радио в то время уже умели, но ориентироваться с его помощью еще не научились, хотя это можно было сделать, используя точную систему перекрестного пеленгования. Капитан считал, что мы находимся у Бишоп Рок², и собирался пристать к берегу. Внезапно в тумане прямо перед носом корабля показались скалы. Немедленно раздалась команда: «Полный назад!» Но было уже поздно — мы оказались в опасной зоне.

Идя задним ходом, корабль получил на корме основательную пробоину. В третий класс начала проникать вода, еще немного, и пассажиров охватила бы паника. К счастью, офицерам удалось сохранить порядок, правда, с помощью одного французского боксера, который случайно оказался в числе пассажиров и авторитета которого оказалось достаточно, чтобы остановить панику.

Нам всем предложили спуститься в каюты и надеть спасательные пояса. У меня было не очень приятное ощущение, когда я поднимался наверх среди беспорядочно снующей толпы. Очень хотелось оказаться на палубе как можно скорее, но я понимал, что малейшая попытка ускорить общее движение или пройти впереди других в эти минуты не только акт трусости,

¹Насмешливое прозвище пуритан.

²Островок у юго-западного побережья Англии.

но и прямая угроза общему благополучию. Усилием воли я заставлял себя уступать дорогу и подниматься наверх размеренным шагом.

На палубе мы не узнали ничего нового. Корабль постепенно заливался водой, и переборки грозили вот-вот рухнуть. Плотник из корабельной команды делал героические усилия, чтобы спасти положение (его попытки увенчались успехом: переборки действительно выдержали переезд через Ла-Манш, и мы благополучно добрались до Гавра). В ту ночь всем приказали остаться на палубе. Мы спали, не снимая спасательных поясов, каждый около шлюпки, в которой ему предназначалось место в случае катастрофы. Помню, что ночью кто-то уронил мне на голову бутылку.

На следующее утро мы без всяких приключений высадились в Гавре. Оказалось, что корабль поврежден гораздо серьезнее, чем предполагалось: понадобилось несколько месяцев на то, чтобы привести его в порядок и снова спустить на воду. На берегу меня ждала почта и в том числе письмо от Фреше с сообщением, что он предпочел бы встретиться со мной немного позже. Недолго думая, я вновь пересек Ла-Манш, высадился в Саутгемптоне и поехал в Кембридж.

В Кембридже я застал нескольких своих старых друзей. Д-р Бернар Мусцио охотно приютил меня у себя. И он и его жена занимались психологией и работали в Австралии. Я познакомился с ними еще в студенческие годы в Кембридже; позднее, во время войны, они приезжали в Бостон с английской военной миссией. Я навестил еще некоторых знакомых и побывал у Харди, который как раз собирался переехать в Оксфорд, где он получил кафедру.

Вообще я убедился, что в Кембридже меня не забыли. Во всяком случае, старые друзья встретили меня с такой сердечностью, о которой я не смел и мечтать в Гарварде. Официально я никогда не числился студентом Кембриджа. В свое время мне просто разрешили посещать лекции, не требуя выполнения никаких формальностей, поскольку об этом существовала специальная договоренность между Гарвардским и Кембриджским университетами. Несколько лет спустя я как-то спросил у Джесси Уайтхед, дочери Альфреда Норта Уайтхеда, имею ли я право называться кембриджцем. «Мне кажется, что в вашем положении, — сказала она, — правильнее всего считать себя незаконным сыном *alma mater*¹». Теперь я с радостью убедился, что *alma mater* гостеприимно принимает в своем доме внебрачных детей.

Пробыв несколько дней в Кембридже, я уехал в Париж. Дешевая гостиница неподалеку от Лувра, в которой я остановился, поражала отвратитель-

¹ Буквально «мать-кормилица» (лат.), в переносном смысле — университет.

ными санитарно-гигиеническими условиями. Но вегетарианские привычки не причиняли мне в Париже особенных хлопот: на каждом шагу здесь встречались дешевые рестораны, в которых подавали доброкачественные и вкусные овощные блюда. В отличие от Кембриджа, никаких друзей в Париже у меня не было, французским языком я владел ровно настолько, чтобы кое-как объясниться, может быть, поэтому парижские дома казались мне укрепленными крепостями, выстроившимися сомкнутым строем по обеим сторонам улиц и совершенно неприступными для иностранца. Оживленные кафе, попадавшиеся на каждом шагу, и своеобразная уличная жизнь ежеминутно ранили мой юношеский пуританизм. Я чувствовал себя несчастным и мечтал о возвращении домой. Все свободное время, а у меня его было более чем достаточно, я бродил по городу, иногда заходя в музеи. Особенно привлекательным казался мне Музей Центральной школы искусств и ремесел (Ecole Centrale des Arts-et-Métiers). Я узнал о его существовании от одного американского друга, не раз бывавшего во Франции. Он рассказывал, что в этом музее, где покрытые пылью экспонаты расставлены с типично французской бессистемностью, собраны любопытные реликвии, связанные с великими изобретениями XIX столетия, и различные приборы, с помощью которых производились наиболее замечательные научные эксперименты.

Фреше назначил мне первое свидание в лицее на бульваре Сен-Мишель, где он принимал экзамены, а потом пригласил позавтракать с ним в эльзасском *brasserie*¹ там же на бульваре. Усатый, мускулистый, среднего роста, Фреше внешне походил на спортсмена. Во время войны он служил в армии переводчиком (он хорошо знал английский язык). Фреше, так же как и я, любил пешие прогулки, и тут мы сразу нашли общий язык. Но он все еще не мог принять меня в Страсбурге, — поэтому я решил ненадолго поехать в Бельгию, чтобы навестить своих друзей. Я застал их в Лувене. Они только что привели в порядок свой прекрасный старый дом, в котором во время войны жили немецкие офицеры, приведшие его в мерзкое состояние. К сожалению, я приехал в очень неудачный момент: у них как раз гостили ректор Гарвардского университета Э. Л. Лоуэлл и его жена. Из-за этого меня в основном препоручили детям. Большую часть времени я гулял с младшим сыном хозяев, который только что провел год в Гарвардской юридической школе. Он водил меня по городу, где мы на каждом шагу натывались на следы пожаров и разрушений. Я осмотрел руины библиотеки, неф церкви, наполовину скрытый от глаз еще не разобранным эшафотом; часто мы бродили по окрестностям и разговаривали.

¹Ресторане (франц.).

Освободившись от оков гарвардской дисциплины, мой спутник с жаром нападал на некоторые стороны английской и американской системы обучения юристов. Ему гораздо больше нравилась юриспруденция тех стран, которые позаимствовали свое законодательство у римлян; он считал, что более естественно подводить каждое дело под определенный закон, чем заниматься розысками прецедентов¹.

Пробыв несколько дней в Бельгии, я отправился в Страсбург, решив ехать через Люксембург и заодно побывать в стране железа². Для меня было большим облегчением очутиться среди людей, охотнее говоривших по-немецки, чем по-французски, так как в этом языке я чувствовал себя гораздо более уверенно.

В Страсбурге я снял комнату с пансионом в новой части города. Каждый или почти каждый день я проводил несколько часов у Фреше в маленьком садике около его дома рядом с Илль-Рейнским каналом³.

В работах Фреше имелось несколько положений, которые мне хотелось развить дальше. Его подход к обобщенным пространствам вовсе не использовал того, что в математике называется «координатами». Иначе говоря, Фреше даже и не пытался представлять точки своих пространств в виде совокупностей чисел. В координатном представлении пространства каждой паре точек, расположенных на концах прямолинейного отрезка, естественно сопоставляется своя совокупность чисел, получаемая вычитанием чисел, описывающих одну из этих точек, из чисел, описывающих другую. В обычной геометрии на плоскости или в трехмерном пространстве такой метод сопоставления определенных чисел каждому прямолинейному отрезку, задаваемому парой его конечных точек, является основой векторного исчисления. В обычном трехмерном пространстве задание вектора, соединяющего какую-либо неподвижную точку с некоторой другой, сводится к указанию, насколько надо продвинуться сперва на север (или на юг) от первой точки, затем на запад (или на восток) и, наконец, после этого вверх (или вниз) для того, чтобы попасть в эту другую точку.

Векторное исчисление не очень новая область математики. Более полутораста лет тому назад люди уже знали, что в трехмерном простран-

¹Отличительная черта английского гражданского права, действующего в Англии, Шотландии, Ирландии и США, — отсутствие гражданского кодекса; при вынесении приговора суд руководствуется прецедентами, т. е. принятыми ранее решениями, которые являются образцами для всех аналогичных случаев.

²Винер имеет в виду Рейнскую область, где сосредоточено много металлургических предприятий.

³Канал, соединяющий р. Илль (левый приток Рейна) с Рейном.

стве существуют «направленные величины» (условно говоря, «величины со стрелками»), которые можно складывать. Так, например, если сделать один шаг в направлении одной стрелки, а затем второй в направлении другой, то совокупность двух шагов можно рассматривать как один «суммарный» шаг в некотором новом направлении. Мы не можем здесь останавливаться на множестве других операций, которые математики умеют производить с такими «направленными величинами». Существенно только подчеркнуть, что, как уже давно было известно, подобное «векторное исчисление» возможно и в пространствах, число измерений которых превосходит три, и даже в бесконечномерных пространствах.

Созданная Фреше общая теория перехода к пределу и дифференцирования применима ко многим различным пространствам и в том числе ко всем векторным пространствам. Однако она вовсе не требует, чтобы элементы пространства обязательно рассматривались как «отрезки со стрелкой». Тем не менее класс векторных пространств представляет собой весьма существенную область приложения общей теории Фреше и, безусловно, заслуживает специального выделения при помощи соответственно подобранной системы аксиом. Фреше, который не считал векторные пространства более важными, чем другие «обобщенные пространства», не пытался продвинуться в этом направлении, я же с горячностью взялся за дело, решив довести его до конца. Теория, к которой я пришел, оказалась тесно связанной с так называемой теорией групп, изучающей правила комбинирования последовательных преобразований любой совокупности объектов; фактически она представляла собой интересный специальный раздел этой весьма общей теории.

Мне удалось построить полную систему аксиом, определяющую всевозможные векторные пространства. Работа понравилась Фреше, но не произвела на него особенно сильного впечатления. Однако через несколько недель, увидев в польском математическом журнале статью Стефана Банаха, содержащую точно те же результаты — не более и не менее общие, — он страшно разволновался. Банах сделал то же, что и я, но на несколько месяцев раньше. Поскольку трудились мы совершенно независимо, полная самостоятельность обеих работ не вызывала никаких сомнений.

В результате в течение некоторого времени изученные мной и Банахом пространства так и назывались пространствами Банаха–Винера. С тех пор прошло тридцать четыре года, на протяжении которых теория этих пространств не переставала привлекать внимание исследователей. Но хотя за это время появилось немало относящихся к ней работ, только сейчас

начинает полностью выявляться ее значение в разнообразных разделах математики.

Какое-то время я еще продолжал трудиться в этой области и даже опубликовал одну-две работы, но постепенно увлекся совсем другой тематикой. Поэтому сейчас такие векторные пространства совершенно справедливо называют именем одного Банаха.

Я, безусловно, был одним из родителей этого ребенка, выношенного не в чреве женщины, а в голове мужчины, но по некоторым соображениям я в конце концов от него отказался. Во-первых, мне не хотелось торопиться, во-вторых, не хотелось изо дня в день внимательно следить за литературой. При создавшейся тогда ситуации то и другое было совершенно необходимо, так как иначе я не мог быть уверен, что Банах или кто-нибудь другой из его польских учеников уже не получили те или иные интересные данные, которые я еще только собираюсь опубликовать. Каждая математическая работа делается под некоторым давлением, но когда это давление усиливается еще за счет соревнования, в котором многое зависит от чистой случайности, оно становится для меня нестерпимым.

Существует, кроме того, еще одно обстоятельство, которое я всегда учитываю, принимаясь за ту или иную работу. Я говорю сейчас о той стороне математического творчества, к которой большинство относится весьма пренебрежительно и которую я называю математической эстетикой. Необходимость ответить на вопрос, что именно я имею в виду, ставит передо мной очень трудную задачу: я должен рассказать людям, не занимающимся математикой, не только о сущности того, что я сделал, но и о том, как я лично к этому отношусь. Для этого мне придется объяснить, почему некоторые проблемы, считавшиеся в течение долгого времени интересными, не только не вызывали у меня ни малейшего желания заняться ими, но оказались совершенно непригодными для приложения моих сил и способностей.

Тут передо мной возникают трудности, с которыми в той или иной форме сталкивается каждый ученый, добившийся серьезных успехов в такой сложной и в высшей степени индивидуальной области творчества, как математика, и возымевший намерение рассказать о своей жизни. Композитор, говоря о себе, не может ничего не сказать о технике композиции, гармонии и контрапункте, составляющих сущность его работы, хотя, за исключением профессиональных музыкантов, эту сторону его творчества сумеют оценить лишь немногие постоянные слушатели, да и то в весьма незначительной степени. Писатель или художник, задумавший написать свою автобиогра-

фию, сталкивается с этой же проблемой. Правда, он может утешить себя мыслью, что наиболее образованная часть общества все-таки в состоянии оценить результаты его творчества. И тем не менее ни один писатель и ни один художник не может считать, что честно написал свою автобиографию, если он не рассказал о своем творчестве того, что по-настоящему могут оценить только его товарищи по работе, да и то не все, а лишь наиболее квалифицированные из них.

При выполнении этой сложной задачи у представителей искусства есть огромное преимущество перед учеными. Оно заключается в том, что художнику или музыканту гораздо легче привлечь внимание рядового читателя, чем математику. Легче хотя бы потому, что большинство людей, независимо от того, занимаются ли они сами художественным творчеством или нет, считает, что некоторая осведомленность в вопросах искусства является признаком общей культуры. А кроме того, читатель, который не в состоянии разобраться во всех технических ухищрениях, с помощью которых достигается тот или иной художественный эффект, вполне способен ощутить эмоциональное воздействие искусства, а этого уже совершенно достаточно для того, чтобы искренне заинтересоваться процессом создания тех произведений, которые обычно доступны глазам и ушам непосвященных лишь в совершенно законченном виде.

Специфическая трудность, с которой сталкивается математик, пишущий свою автобиографию, заключается в том, что большинство так называемых культурных людей, не связанных с математикой по роду своих занятий, считает совершенно допустимым не иметь об этой науке ни малейшего представления. Математика для них — нечто в высшей степени скучное, сухое и отвлеченное. Если о ней когда-нибудь вспоминают, то она, в лучшем случае, ассоциируется с неким подсобным аппаратом физики или с работой статистиков; а в худшем — приравнивается к занятию бухгалтерией. И уж, конечно, едва ли кто-нибудь из нематематиков в состоянии освоиться с мыслью, что цифры могут представлять собой культурную и эстетическую ценность или иметь какое-нибудь отношение к таким понятиям, как красота, сила, вдохновение.

Я решительно протестую против этого косного представления о математике. Существует немало математических работ, которые при всей строгости и логичности остаются в глазах опытного и компетентного специалиста чисто формальными опусами, ничего не говорящими ни уму, ни сердцу. Но существуют и другие. Их авторы видят задачу математики в том, чтобы с помощью четких и точных методов создать новое, более совершенное

представление о мире, высказать какое-то *aperçus*¹, которое еще немного приоткроет завесу таинственного. Если математики вынуждены при этом пользоваться определенными средствами, которые их в чем-то ограничивают, то разве не так обстоит дело при любой творческой работе? И разве это определяет существо дела? Знание контрапункта не лишает композитора восприимчивости к музыке, а необходимость считаться с правилами грамматики и писать сонеты, соблюдая определенную форму, не отнимает у поэта свободы творчества. Ибо полная свобода делать все, что ты хочешь и как ты хочешь, — это, в сущности, не более, чем свобода вообще ничего не делать.

Тем не менее творчество математика действительно не находит того отклика, который вызывают произведения скульптора или музыканта. Но связано это совсем не с большей или меньшей эмоциональностью аудитории, к которой они обращаются. Дело просто в том, что научиться хотя бы элементарно разбираться в математике гораздо сложнее, чем научиться получать некоторое удовольствие от музыки. А ведь мы не удивляемся тому, что композиторы, с интересом обсуждающие произведения друг друга, довольно равнодушны к их исполнению на концертах, где большинство слушателей пассивно воспринимает созданную ими музыку, не испытывая при этом ничего, кроме смутных эмоций.

Приняв во внимание все эти соображения, придется признать, что подчеркнутая отчужденность математиков связана не столько с их интеллектуально-эстетическим снобизмом, сколько с реальными трудностями контакта с непрофессионалами. В самом деле, для того чтобы составить хотя бы отдаленное представление о содержании той или иной математической работы и решить, нравится она ему или нет, любитель математики должен обладать достаточно высокой специальной подготовкой, без которой он просто лишен возможности воспринимать что бы то ни было, хотя бы даже и совершенно пассивно.

При всем этом математики вовсе не отгорожены от остального мира, как это может показаться на первый взгляд. Существует очень большой и постоянно растущий контингент людей — инженеров, физиков, даже биологов, — которые, используя математику в своих профессиональных целях, постепенно приобретают достаточное количество знаний, чтобы оценить по-настоящему глубокую теорию или умное, изящное доказательство. Одним из мотивов, побудивших меня взяться за написание автобиографии,

¹Здесь: суждение (франц.).

было стремление привлечь внимание общества к существованию вот этого более узкого круга любителей математики; попутно мне еще, конечно, хотелось, чтобы и те, кто не имеет никакого отношения к «возне с цифрами», хотя бы на минуту представили себе, какая это увлекательная и волнующая профессия.

Итак, после Страсбурга я оставил банаховы пространства. При этом я исходил скорее из эстетических, чем из строго логических соображений. В то время эта проблематика с чисто математической точки зрения и с точки зрения возможных приложений не казалась мне настолько увлекательной, чтобы я захотел связать с ней свою будущность ученого. Сейчас я вижу, что в некоторых своих аспектах теория банаховых пространств приобрела достаточную глубину и обогатилась достаточно большим количеством интересных теорем, чтобы вполне удовлетворить мои запросы в этом отношении.

Однако тогда я думал, что в ближайшие десятилетия она может дать материал только для довольно абстрактных и не очень значительных работ. И виноват в этом был не Банах — я ни в коем случае не хотел бы, чтобы мои слова прозвучали как упрек в его адрес, — а множество гораздо менее талантливых исследователей, с жадностью набросившихся на его идею. То, что этой теорией в первую очередь должны заинтересоваться дельцы от науки, рыщущие в поисках не слишком сложных тем для докторских диссертаций, я предвидел с самого начала.

Но главной причиной, заставившей меня отказаться от дальнейшей работы по теории банаховых пространств, было все-таки то, что меня снова целиком захватили исследования броуновского движения. Дифференциальное пространство, или пространство броуновского движения, по существу, является некой разновидностью векторных пространств и очень тесно связано с банаховыми пространствами. Но, в отличие от них, оно имеет четкий физический смысл, что было для меня очень соблазнительной приманкой. К тому же в чисто математическом аспекте это была безраздельно моя область, в то время как в разработке теории банаховых пространств я мог рассчитывать лишь на положение младшего партнера.

Мне показалось, что, когда я впервые рассказал Фреше о дифференциальном пространстве, эта теория не произвела на него очень большого впечатления. Тем не менее Фреше помог мне встретиться с Полем Леви, работавшим тогда в Политехнической школе и считавшимся самым многообещающим среди тех молодых ученых Франции, которых занимала теория вероятностей. Леви не сразу поверил в то, что моя работа принципиально

отличается от работы Гато, но в конце концов мне удалось его в этом убедить. С тех пор Леви стал одним из моих самых близких друзей и помощников, и начиная с этого времени во всех работах каждого из нас все время чувствовалось влияние другого.

Любопытно, что третьим математиком, работы которого впоследствии оказались очень тесно связанными с работами Леви и моими, был швед Крамер, с которым я впервые встретился в Англии, — в то лето он одновременно со мной гостил у Мусцио.

Начав работать с Фреше, я настолько увлекся своими математическими делами, что на какое-то время забыл обо всем на свете. Когда, наконец, я немного пришел в себя и оглянулся вокруг, выяснилось, что я довольно одинок. Со мной в гостинице оказался один американец, с которым мы вместе плыли на «Ла Турен». Он, конечно, считал, что я стою немного. Мне очень хотелось подружиться с его приятелем, молодым английским композитором, который остановился в той же гостинице, но я неудачно взялся за дело, а мой бывший спутник и не подумал помочь мне занять достойное место в нашем маленьком кружке.

Композитор видел во мне обычного неуклюжего обывателя. Причем это мнение было связано не столько с моими дурными манерами и неумением держать себя в обществе, сколько с его убеждением, что математика по самой своей природе враждебна искусству. Я придерживался как раз противоположных взглядов (я уже о них писал) и утверждал, что математика — один из видов искусства. К сожалению, я говорил об этом так часто и так нудно, что мог вывести из терпения всякого, кто заранее не был склонен восторгаться этой наукой. В конце концов дело дошло до открытой словесной схватки, во время которой мы высказали друг другу все, что каждый из нас думал о другом. Но в результате горизонт сразу прояснился, мы начали лучше понимать друг друга и в какой-то степени даже подружиться.

Наконец, в один прекрасный день мы переехали в Дабо. Фреше с семьей остановился в лучшем отеле, а я, чтобы не докучать им сверх меры, снял комнату в другой гостинице. В Дабо никто не мешал мне совершать одинокие прогулки по окрестностям; я с удовольствием карабкался по возгезским холмам из рыжего песчаника и спускался в узкие иссушенные долины, когда-то вырытые потоками, которые потом отвели для искусственного орошения.

Хозяева гостиницы относились ко мне с редкой заботливостью. В благодарность я при случае колол дрова и оказывал им разные мелкие услуги. Крики петухов и мычание коров напоминали мне о доме, а всплески воды

в конце деревенской улицы, где женщины стирали в речке белье, и равномерные удары цепов на току доставляли истинное наслаждение.

Незадолго до начала конгресса мы вернулись в Страсбург. Я проводил большую часть времени, бродя по узким улочкам по соседству с кафедральным собором или гуляя вдоль набережных внутренних каналов, окружающих центр города.

На конгресс приехали трое моих друзей из Америки: Форрест Мюррей, Джо Уолш и Джеймс Тейлор. Они остановились в той же гостинице, что и я, и мы разместились по двое в комнате. Немножко непонятный и вполне милый Форрест Мюррей из Гарвардского университета в течение многих лет был другом нашей семьи, и мне частенько случалось играть с ним в теннис. С Уолшем мы почти ровесники. В те времена это был веселый, добродушный парень со светлыми, стоящими торчком волосами. Он от всей души радовался поездке во Францию и собирался провести здесь целый год, благо после защиты докторской диссертации ему предоставили такую возможность. Мне доставляло огромное удовольствие слышать его гулкий бас и смотреть, с какой жадностью он стремится как можно скорее все узнать и увидеть; Уолш до сих пор профессор кафедры математики в Гарвардском университете.

Джеймс Тейлор, четвертый в нашей компании, принадлежал, как и я, к новому, послевоенному пополнению МТИ. (Сейчас Тейлор уже в течение многих лет профессор Питтсбургского университета.) Он приходился каким-то родственником Финеасу Т. Барнуму¹ и сам превосходно умел устраивать всевозможные развлечения. Позднее пути нашей четверки сильно разошлись, но в то время мы все были молоды и стремились в полную меру наслаждаться жизнью — этого было вполне достаточно, чтобы нас объединить.

Начали съезжаться и остальные участники конгресса. Из Америки приехало сразу несколько человек: профессор Принстонского университета Эйзенхарт со своей очаровательной молодой женой; Леонард Юджин Диксон, специалист по теории чисел из Чикаго, в прошлом знаток бриджа, известный своей любовью к Франции и всему французскому, и Соломон Лефшец из Канзаса. В молодости Лефшец работал в качестве инженера на одном из предприятий Вестингауза в Питтсбурге. Сильно пострадав в результате аварии на производстве, он оставил свою работу и занялся математикой.

¹ Барнум Финеас Т. (1810–1891) переменял множество профессий, прославился организацией нескольких выставок различных диких животных, одно время был хозяином передвижного цирка со зверинцем.

На новом поприще Лефшецу удалось добиться значительных успехов: через какое-то время он уже возглавлял математическое отделение Принстонского университета и впоследствии стал президентом Американского математического общества.

Среди приехавших был ряд ученых старшего поколения; для нас это были живые звенья, связывающие настоящее математики с ее великим прошлым. Сэр Джордж Гринхил, несмотря на преклонный возраст все еще пышущий здоровьем, представлял Вулич¹; Камил Жордан, который, презрев свои девяносто лет, совершал вместе с нами пешие экскурсии, был живым памятником эпохи Луи-Филиппа. Жордан еще помнил те времена, когда во французской математике царствовал Коши — предмет поклонения всех начинающих ученых. Когда через два года после конгресса Жордан умер, нам казалось, что преемственность математических традиций непоправимо нарушена.

Почетное место на конгрессе занимал профессор Жак Адамар из Парижа. Ему тогда было всего пятьдесят пять лет, но он начал играть видную роль в науке еще до начала нового века, и мы, желторотые птенцы, считали его исторической фигурой. Адамар был кумиром своих младших коллег; небольшого роста, с бородкой, он обладал специфической еврейской внешностью, в том стиле, который французы обозначают словом *fin*².

В Англии математики, как правило, работают в Оксфорде или Кембридже, где преподаватели и студенты живут единой жизнью. Немецкие математики известны своим умением с приятностью проводить *Nachsitzung*³. После окончания официальной дискуссии по поводу какой-нибудь научной работы все обычно отправляются в бар. Тут за кружкой пива прославленные и безвестные вместе обсуждают последние научные новости и беседуют о радостях жизни. Французские математики, наоборот, строго соблюдают табель о рангах: после того как профессор удалился в свой кабинет и расписался в журнале, где регистрируются лекции, студенты и младшие товарищи по работе для него больше не существуют.

Адамар — редкое исключение из этого правила. Он живо интересуется студентами, считает своим долгом заботиться об их будущем, и любой из них всегда может к нему обратиться. Если нынешнее поколение французских математиков начинает ломать традиционный барьер, разделяющий

¹Предмесье Лондона, где находится огромный арсенал, Королевская военная академия и другие военно-технические учреждения.

²Здесь: изысканный, изящный (франц.).

³Здесь: досуг (нем.).

маститых и начинающих ученых, то это, безусловно, личная заслуга Адамара.

Я сам многим обязан адамаровской широте взглядов. У него не было никаких оснований обращать особое внимание на юного варвара из Нового Света, делающего первые самостоятельные шаги. Никаких оснований, кроме доброжелательности и стремления открыть еще один талант, возникшего у него каждый раз, когда он замечал хотя бы самые скромные способности.

Много лет спустя, встречаясь с Адамаром на различных математических конференциях и встретив его в качестве собрата-лектора в Китае, я бывал приятно поражен тем, что он помнит о нашей страсбургской встрече и внимательно следит за моими работами. Так случилось, что эта поездка на конгресс привела, в частности, к тому, что я пополнил собой многочисленный отряд математиков, питающих к Адамару чувство глубокой признательности и обязанных ему благополучием своей научной карьеры.

Для участников Страсбургского конгресса несколько раз устраивались интересные экскурсии, во время которых нам показывали достопримечательности города и окрестностей: Саверн, огромную полуразрушенную башню О-Бар, своеобразный старинный городок Кольмар и один из районов, где происходили бои во время первой мировой войны. Французские солдаты повезли нас к месту бывших сражений в военных грузовиках. На обратном пути произошла какая-то поломка. Когда после долгого и утомительного ожидания мы снова сели в машины и добрались до маленькой винодельческой деревушки Теркхейм, где предполагался обед, нас там уже никто не ждал. Простывшую еду убрали со стола, и мэр просто преподнес каждому из нас два стакана местного вина — старого и молодого. Из вежливости мы выпили. Вино действительно было превосходно, но два стакана на пустой желудок — это довольно тяжелое испытание, не говоря уже о том, что молодое вино само по себе действует довольно сильно. Не мудрено, что по дороге в Страсбург, куда мы добирались поездом и на грузовиках, некоторые вполне почтенные ученые вели себя менее сдержанно, чем обычно.

После окончания конгресса наша четверка вернулась в Париж. Мы с Тейлором собирались в Америку, а Мюррей и Уолш решили провести год во Франции. Им, конечно, хотелось войти в общество французов, и они довольно прозрачно намекали на то, что наше совместное пребывание не является для них таким уж большим благом.

Но оказалось, что мы лишены возможности добраться до Америки, так как «Ла Турен», на которой я приехал во Францию и собирался возвра-

паться домой, еще не отремонтировали после аварии. Весь по-осеннему неприветливый сентябрь и часть октября мы тщетно ждали возобновления рейсов, надеясь в самом крайнем случае вернуться в Америку к началу занятий в МТИ. Увы, наши надежды не оправдались.

Освободившись от всех дел, мы часами бродили по улицам. И хотя нас тревожила мысль, что столь длительное отсутствие может быть неблагоприятно истолковано в институте, Париж доставлял нам огромное удовольствие. Поскольку пароходные агентства были объектом нашего постоянного внимания, мы в конце концов разузнали о новом американском пароходе, который как раз в это время начал совершать трансатлантические рейсы.

Среди немногочисленных, но интересных пассажиров преобладали заядлые любители путешествий. К ним принадлежали Оса Джонсон и ее муж, которые везли с собой ручного орангутанга из Индонезии. Благовоспитанность обезьяны приятно дисгармонировала с поведением их ребенка, который, как дьяволенок, врывался в курительный салон, где мы играли в шахматы, и норовил во что бы то ни стало разбросать все фигуры.

Я вернулся из Европы окрыленным. Как ни плохо владел я французским языком, за время пребывания во Франции мне удалось завязать дружеские отношения с моими коллегами. При этом выяснилось, что и в Англии и во Франции ко мне относятся с гораздо большим уважением, чем на родине. Кроме того, меня ждала работа, которая, по крайней мере мне самому, не говоря уже о некоторых других, казалась вполне удачной для начинающего ученого.

Я видел разрушения, которые принесла с собой война, видел их и в Бельгии, и в Эльзасе, где мы объезжали бывшую линию фронта. Но, побывав в Англии и во Франции, я понял, что европейцы обладают гораздо большими потенциальными возможностями внутреннего обновления, чем я раньше думал. Поэтому, несмотря на войну на Западе, несмотря на измену России европейскому лагерю и вопреки известиям о боях в Польше, у меня все еще оставалась надежда, что первая мировая война — не более чем эпизод, за которым последует период длительного мира и настанет что-то вроде великого благоденствия девятнадцатого века.

Что же касается России и первых признаков будущего железного занавеса, в то время казалось, что большинство русских все еще придерживается не просто дореволюционных, а скорее довоенных взглядов; поэтому можно было надеяться на то, что между Западом и Востоком снова установится равновесие, подобно тому как сгладились противоречия в Европе после бурных лет французской революции и наполеоновских войн.

Так или иначе, аппетит, как известно, приходит во время еды. Заявив какие-то связи в Европе, я с нетерпением ждал новой возможности отправиться за океан и еще ближе познакомиться с континентом, которому Америка обязана своей цивилизацией.

3

ГОДЫ СТАНОВЛЕНИЯ. 1920–1925

Вернувшись из Страсбурга, я с особенным удовольствием взялся за работу. Заметки о броуновском движении находились в это время в стадии завершения: общие контуры работы и методы доказательства теорем были уже совершенно ясны, но оставалось еще много недоделок, которые не позволяли считать их законченными статьями. Я показал свои результаты профессору МТИ Э. Б. Уилсону и по его совету тут же отправил все, что уже было написано, в «Труды Государственной академии наук» (*Proceedings of the National Academy of Sciences*).

Сейчас профессор Уилсон больше не преподает, хотя продолжает заниматься различной административной деятельностью, связанной с наукой. Уилсон — ученик Гиббса, работавшего всю жизнь в Йельском университете. Сам он несколько лет преподавал в МТИ математику, к 1920 году перешел на преподавание физики и в конце концов стал ведущим математиком на факультете здравоохранения Гарвардского университета. Уилсон всегда чутко прислушивался ко всему новому в области точных наук и в течение многих лет стойко поддерживал все мои начинания.

Нашлись у меня и другие сторонники. Кафедру электротехники МТИ возглавлял проф. Дагальд К. Джексон. С ним и его сыном я познакомился еще летом 1910 года в Нью-Хемпшире, где мы оказались соседями. Джексон в течение нескольких лет искал инженера, разбирающегося в математике, или математика, разбирающегося в технике. Такой человек был ему необходим, чтобы внести ясность в некоторые насущные теоретические вопросы электротехники. Здесь мне придется сказать несколько слов о состоянии этой науки в то время. Вся электротехника делится на две более или менее четко разграничиваемые области, которые в Англии и в Америке называются электроэнергетикой и электросвязью, а в Германии соответственно «электротехникой сильных токов» и «электротехникой слабых токов».

К 1920 году первая из этих двух областей достигла относительно высокого уровня развития. Большая часть существующих сейчас электрических генераторов, двигателей и трансформаторов в то время была уже из-

вестна, а современная тенденция широко применять множество небольших электрических двигателей, каждый из которых приводит в действие только один агрегат, наметилась к тому времени вполне отчетливо. С 1920 года успехи электроэнергетики связаны главным образом не с разработкой принципиально новых конструкций, а с использованием более мощных генераторов и усовершенствованием метода передачи электроэнергии. Число крупных электростанций в Соединенных Штатах Америки и в других странах неуклонно росло, отдельные энергосистемы объединялись между собой, и вся эта новая техника прочно входила в быт.

Что же касается электросвязи, то эта область развивалась гораздо медленнее. К 1920 году радио существовало уже около двадцати лет, но его устройство оставалось почти таким же примитивным, как во времена Маркони. Радиовещание еще только готовилось распространиться по всей стране, а первые попытки создания радиотелефонов привлекали внимание главным образом любознательных молодых ученых и множества всякого рода дилетантов, но почти не были известны широкой публике. Первые электронные лампы уже появились, но никто еще не подозревал, до какой степени это изобретение изменит всю нашу жизнь. О телевидении начали говорить еще в прошлом столетии, так что сама по себе эта идея не представляла ничего нового, однако в двадцатые годы телевизионные установки только начинали превращаться из примитивных устройств, использующих селеновые элементы, в практичные и быстродействующие фотоэлектрические аппараты.

Один только телефон одержал уже решительную победу и, как спрут, раскинул щупальца кабелей по всему земному шару. В Соединенных Штатах ведущая телефонная компания А. Т. Т.¹ по размаху финансовых операций не имела равных на деловом рынке. Эта же компания усиленно поддерживала всевозможные научно-исследовательские работы. В такой ситуации не было ничего удивительного, что дальновидные инженеры-электрики типа Джексона проявляли особый интерес к проблемам теории связи.

Логические основы теории связи в то время оставляли желать лучшего, а казались они еще гораздо менее удовлетворительными, чем были на самом деле. Поскольку все понимали, что в телефонной линии речь передается пульсациями силы тока, отображающими звуковые колебания в микрофоне, основная задача состояла в том, чтобы до конца разобраться в теории пульсирующих напряжений и токов.

¹ American Telephone and Telegraph Company — Американская телефонно-телеграфная компания.

Теория пульсирующих напряжений и токов на самом деле играет основную роль не только в электросвязи; в своей простейшей форме, относящейся к обычному переменному току, она определила все развитие электроэнергетики. Дело в том, что постоянный ток очень неудобен для практического пользования, поскольку не существует простых способов, позволяющих повышать или понижать его напряжение. Поэтому в тех случаях, когда строились высоковольтные линии постоянного тока (как это было, например, во Франции), инженеры вынуждены были использовать ряд последовательно соединенных генераторов, что очень усложняло управление электросетью и затрудняло создание надежной изоляции.

Наибольшие заслуги в разрешении проблем, связанных с генерированием и использованием переменного тока, принадлежат, пожалуй, Николе Тесла. Этот блестящий, несколько эксцентричный югославский инженер служил в компании Вестингауза. Ему удалось убедить своих хозяев производить не постоянный ток, а переменный, меняющий свое направление шестьдесят раз в секунду. Напряжение такого переменного тока легко уменьшить или увеличить с помощью трансформатора, а создается он генераторами упрощенного типа, причем в данном случае исключается множество серьезных проблем, возникающих при использовании постоянного тока. На переменном токе могут работать самые разнообразные двигатели, включая некоторые виды асинхронных электродвигателей, не имеющих скользящих электрических контактов. Между неподвижной обмоткой двигателя, питаемой током, подающимся извне, и подвижной, являющейся одним из элементов вращающейся части двигателя, существует только электромагнитная связь того же типа, что и между обмотками трансформатора. В действительности, в некоторых видах асинхронных двигателей между обмоткой неподвижной части двигателя и обмоткой подвижной части, называемой иначе ротором, вообще не существует электрической связи. Электрический ток, намагничивающий железный сердечник ротора, возникает благодаря взаимодействию ротора с неподвижной частью, или статором, действующим, как электромагнитный трансформатор. Существенное преимущество машин такого рода заключается в том, что они не имеют никаких подвижных контактов и потому гораздо проще, надежнее и безопаснее в эксплуатации.

На заре эпохи господства переменного тока компании Вестингауза, раньше других овладевшей секретом его использования, пришлось выдерживать жестокую борьбу. Ее главными противниками были «Дженерал электрик» и «Эдисон», вложившие большие капиталы в предприятия, работавшие на постоянном токе. Дело дошло до того, что «Дженерал электрик»

с помощью различных махинаций добились от властей штата Нью-Йорк постановления казнить преступников на электрическом стуле с помощью переменного тока. Это было сделано для того, чтобы запугать население, и без того с опаской относящееся ко всему новому, и заставить обывателей отказаться от использования переменного тока у себя дома. Но с течением времени выяснилось, что переменный ток гораздо более выгоден, как компании Вестингауза, так и «Дженерал электрик» и страсти понемногу улеглись.

В дальнейшем оказалось, что как раз сотрудник «Дженерал электрик» Чарльз П. Штейнмец¹ больше всего сделал для создания стройной и законченной теории электрических цепей переменного тока. Для описания переменных токов и приборов, их использующих, этот маленький человек, обладавший громадными способностями, широко использовал математическую теорию комплексных, или мнимых, чисел (являющихся, впрочем, ничуть не менее подлинными, чем обычные вещественные числа). Причина, по которой введение комплексных чисел оказалось здесь столь удобным, состоит, грубо говоря, в том, что каждое комплексное число представляет собой пару вещественных чисел (задающих так называемые вещественную и мнимую части комплексного числа), а переменный ток заданной частоты также характеризуется двумя вещественными числами, одно из которых определяет интенсивность тока, а второе — его фазу (т.е. какой-то из моментов времени, в который сила тока обращается в нуль).

В течение многих лет теоретическая электротехника переменных токов могла рассматриваться как уже законченная наука — в той ее части, которая касалась токов и напряжений фиксированной частоты, например совершающих 60 колебаний в секунду. В телефонии и вообще в электросвязи также приходится иметь дело с переменными токами, но здесь встречаются гораздо более сложные переменные токи, не имеющие фиксированной частоты колебаний, а испытывающие в каждый момент времени целый ряд различных колебаний. По телефонной линии одновременно распространяются токи с частотами порядка 20 колебаний в секунду и порядка 3 тысяч колебаний в секунду. Именно эта переменность и множественность частот позволяют использовать телефонную линию для передачи разнообразной информации любого сорта, от глубокого вздоха до тончайшего писка.

Здесь мы сталкиваемся с одним из самых древних разделов математики — с теорией колеблющейся струны; основы этой теории связаны с некото-

¹Штейнмец Чарльз Протеус (1865–1923) — американский электротехник, немец по происхождению.

рыми идеями древнегреческого математика Пифагора. Пифагор и его ученики уже хорошо знали, что колебания струны создают звуки и что существует определенная связь между высотой созданного звука и длиной, плотностью и натяжением струны. Я не могу сказать, насколько отчетливо представляли себе древние греки, что струна может одновременно испытывать несколько разных типов колебаний. Во всяком случае, на заре современной науки, в XVII–XVIII веках, этот факт был уже хорошо известен.

Основным понятием, которое нам понадобится ниже, является понятие синусоиды. Для того чтобы представить себе, что это такое, предположим, что у нас есть вращающийся с постоянной скоростью барабан, на боковые стенки которого накручен лист бумаги, покрытый сажей. Предположим далее, что мы взяли камертон, прикрепили к его концу соломинку и заставили его колебаться параллельно оси нашего барабана. В таком случае, если поднести камертон к барабану, на покрытом сажей листе бумаги соломинка будет вычерчивать белую кривую; развернув лист, мы увидим правильную волнистую линию, которая и называется синусоидой.

Рассмотрим теперь более сложные кривые, получаемые при сложении нескольких синусоид. Вообще говоря, две кривые можно сложить, прибавляя друг к другу описываемые этими кривыми смещения, т. е., так сказать, комбинируя два камертона различной высоты тона так, чтобы оба они одновременно воздействовали на соломинку, прочерчивающую кривую на поверхности вращающегося барабана. В этом случае на одной и той же кривой будут одновременно наблюдаться два различных колебания; можно также добиться, чтобы этих колебаний было больше двух. Изучение способов разбиения различных кривых на сумму синусоид называется гармоническим анализом.

Существует очень важная теорема, которая гласит, что каждая кривая, форма которой снова и снова повторяется через один и тот же период, может быть представлена в виде суммы бесконечного числа отдельных синусоид с различными расстояниями между максимумами и минимумами. Фактически результаты такого рода были известны уже в XVIII столетии. Однако обычно с этой теоремой связывают имя Фурье — члена Французской академии наук, сопровождавшего Наполеона во время экспедиции в Египет.

С именем Фурье связан также другой способ сложения синусоид, при котором число этих синусоид столь велико, что уже невозможно выделить первую кривую, следующую за ней вторую кривую, следующую за ней третью и т. д. Иначе говоря, речь здесь идет о сложении громадного количества

синусоид, частоты которых располагаются столь плотно, что их совершенно невозможно пронумеровать по порядку.

Две части гармонического анализа как раз и касаются, с одной стороны, анализа периодических процессов, представимых в виде того, что обычно называется рядом Фурье, и, с другой стороны, анализа процессов, возрастающих с течением времени от нуля до некоторой величины и в конце концов снова затухающих до нуля, для описания которых используются так называемые интегралы Фурье. В обоих случаях математикам приходится использовать изощренные методы суммирования определенных количеств, которые мы уже упоминали выше под названием лебегова интегрирования.

Удовлетворительное построение теории рядов и интегралов Фурье в 1920 году было еще новинкой и не успело просочиться в круги инженеров-электротехников. Исследование же процессов, наиболее интересующих этих инженеров, почти полностью лежало за пределами того, чем интересовались специалисты-математики. Ряды Фурье, занимающие в чистой математике очень большое место, могут быть полезны только при исследовании периодических процессов, точно повторяющихся бесконечное число раз через один и тот же промежуток времени. Обычная форма теории интегралов Фурье, усовершенствованная Планшерелем и другими математиками, касается кривых, принимающих очень малое значение в удаленном прошлом и снова становящихся очень малыми в удаленном будущем. Иначе говоря, обычная теория интегралов Фурье занимается процессами, которые в том или ином смысле имеют начало и конец, но не продолжаются неограниченно с примерно одинаковой интенсивностью. Длительные же процессы того типа, с которым мы встречаемся при рассмотрении непрерывного фона шумов или при изучении лучей света, почти полностью выпали из поля зрения профессионалов-математиков и интересовали лишь отдельных математически мыслящих физиков, вроде сэра Артура Шустера из Манчестера.

Таким образом, я начал понимать, что запросы профессора Джексона относительно строгого обоснования теории связи можно удовлетворить лишь на базе гармонического анализа, но что этого нельзя достигнуть, ограничиваясь гармоническим анализом, который существовал в то время. Инженеры-связисты справлялись с этим затруднением, используя формальное исчисление, разработанное примерно за 20 лет до того Оливером Хевисайдом¹. Это формальное исчисление до сих пор еще не получило вполне окончательного строгого обоснования, удовлетворяющего всех математиков. Тем не менее в руках Хевисайда и тех из его последователей, которые

¹Хевисайд Оливер (1850–1925) — английский физик.

усвоили дух его учения настолько хорошо, чтобы разумно его использовать, оно превосходно работало.

В течение нескольких лет основной задачей, которую ставила передо мной кафедра электротехники МТИ, было строгое логическое обоснование формального исчисления Хевисайда. Одновременно ряд ученых занимался этим же вопросом в других странах, но я не думаю, что полученные ими результаты были удовлетворительнее моих. Мой подход состоял в исследовании наиболее общей формы гармонического анализа, после чего оказалось, что работы Хевисайда без труда можно перевести на язык такого обобщенного гармонического анализа.

Любопытно отметить, что мои исследования по формальному исчислению в какой-то степени были связаны с моими ранними работами по теории броуновского движения. Дело в том, что до этого времени в математике не имелось удовлетворительных примеров процессов, описывающих движение того типа, который соответствует звуку или свету с непрерывным спектром, т. е. такому, энергия которого не сосредоточена в отдельных изолированных спектральных линиях, а непрерывно распределена по целому интервалу частот. Обычный гармонический анализ мог хорошо описать результаты исследования свечения паров натрия, но не результаты исследования солнечного света. (Свечение паров натрия сконцентрировано в отдельных ярких линиях, в то время как солнечный свет имеет непрерывное распределение цветов, т. е. частот.)

В главе I я уже рассказывал про свои исследования математики и физики дискретных процессов, в частности броуновского движения частицы в газе, возникающего в результате отдельных столкновений с молекулами, или, что то же самое, дробового эффекта электрического тока, связанного с тем, что ток представляет собой поток отдельных электронов. Мне удалось обнаружить, что с помощью процессов броуновского движения или дробового эффекта нетрудно построить процессы с непрерывным спектром; в частности, для этого достаточно подключить генератор тока, подверженного дробовому эффекту, к какому-либо колебательному контуру. Иными словами, я уже тогда начал вводить статистические соображения в теорию процессов с непрерывным спектром и через нее — в теорию связи. С тех пор прошло почти тридцать лет, и в настоящее время теория связи почти вся является статистической; истоки этого, если угодно, можно искать в моей работе того времени.

Занятия гармоническим анализом не исчерпывали всех моих математических интересов. Меня занимали и другие проблемы, одни в большей, дру-

гие в меньшей степени. Научно-исследовательская группа нашей кафедры накопила уже немало работ, заслуживающих опубликования; в результате у нас возникло желание издавать свой собственный журнал, и мы взялись за осуществление этого проекта¹. Я был первым редактором журнала, но вскоре мои обязанности взял на себя Филлип Франклин, незадолго до этого перешедший к нам из Гарвардского университета; я работал вместе с ним на испытательном полигоне в Абердине, где он был моим другом и помощником.

Иногда я обсуждал, чем бы мне стоило заняться, с профессором О. Д. Келлогом из Гарвардского университета. Тогда я еще не знал, как ревниво приберегают многие профессора научные темы для своих аспирантов и как цепко держатся за свой приоритет в решении тех или иных задач. Я привык к более свободной обстановке в Англии и к расточительности отца, который щедро делился своими идеями с каждым, кто выражал желание его выслушать. Неумно настойчивое любопытство, которое я проявлял, конечно, не располагало в мою пользу тех, чье доброе мнение могло бы оказаться мне очень полезным. Официально я не считался студентом Келлога. Он немало помогал мне, но я отнимал у него слишком много времени и думаю, что он считал меня страшно надоедливым субъектом.

От Келлога я узнал, что старая задача о распределении потенциалов снова стала привлекать всеобщее внимание. Здесь невозможно точно сформулировать эту задачу, но я постараюсь объяснить, о чем в ней идет речь. В физике часто приходится иметь дело с величинами, принимающими различные значения в различных точках плоскости или пространства. Одной из таких величин является температура в комнате. Существует также ряд других подобных величин, описывающих такие процессы, как движение жидкости или диффузия газа; сюда же относятся измеряемая вольтметром переменная электродвижущая сила между точками пространства и землей или между двумя точками проводника с током.

Вряд ли стоит вдаваться в подробности относительно того, что называется электродвижущей силой; достаточно будет сказать, что это то, что мы измеряем в вольтах. Отметим также, что математическое изучение любых величин, изменяющихся в пространстве и во времени, относится к области дифференциальных уравнений в частных производных, представляющих собой математическое выражение связей, существующих между скоростью изменения нашей величины в различных пространственных направлени-

¹ Я был счастлив иметь в своем распоряжении журнал, в котором мог без задержки печатать свои работы. — *Прим. авт.*

ях и скоростью ее изменения во времени. То, что существуют величины, распределенные в пространстве и во времени одновременно, и что для них существуют скорости изменения в пространстве и во времени, было хорошо известно еще со времен Лейбница. Температура может меняться со скоростью столько-то градусов в час, но она может также меняться со скоростью столько-то градусов на 100 миль при перемещении к северу и столько-то градусов на 100 миль при перемещении к востоку. В случае потоков воды, стекающих с холма, скорость изменения высоты непосредственно связана со скоростью потока: чем круче склон, тем быстрее течение.

Многие величины, распределенные в пространстве и во времени, очень важны для техники. Так, скорость убывания электродвижущей силы при удалении от линии передачи определяет, будет ли происходить передача по линии без существенных потерь или же эта линия в ночное время будет окружена сиянием в виде короны, уносящим много долларов из карманов компании, ведущей передачи, и ее клиентов. Для изучения теплоизоляционных свойств стен дома надо знать соотношения между потоком тепла и скоростью изменения температуры. Число примеров такого рода можно увеличивать почти безгранично.

Многие математические вопросы, связанные с исследованием подобных распределенных величин (которые мы будем называть потенциалами), разобраны до конца и не содержат никаких неясностей. Так, например, задача о распределении электродвижущей силы в части пространства, удаленной от стенок и от любых проводников, является сравнительно простой. Однако как только мы подходим к областям пространства, непосредственно примыкающим к поверхностям, имеющим некоторые специальные электрические свойства, мы немедленно сталкиваемся с затруднениями. Вблизи этих поверхностей, называемых границами, задача об определении электростатических потенциалов неимоверно усложняется. Аналогичные трудности возникают в теории теплопроводности и при изучении потоков жидкости.

Аномальное поведение потенциалов вблизи границы ярко проявляется, например, в поведении электростатического потенциала около заостренных концов проводника типа острия громоотвода. Если такое острие соприкасается со средой, содержащей электрические заряды, то непосредственно вблизи него скорость падения электродвижущей силы становится огромной или даже бесконечной. Электрическое поле при этом может не выдержать такой скорости изменения потенциала, или, как еще говорят, такого градиента потенциала. В результате воздух около острия перестает быть изо-

лятором и, если поле достаточно велико, острие оказывается окруженным электрическим разрядом — короной, хорошо видимой в темноте. Многим морякам известно любопытное явление, называемое огнями святого Эльма, когда в насыщенной электричеством грозовой атмосфере гвозди и другие заостренные металлические предметы начинают светиться таинственными огоньками. Такая же электрическая корона возникает у острия громоотвода; именно благодаря этому громоотвод вызывает постепенное и незаметное ослабление градиентов потенциала в заряженной атмосфере и предохраняет от наращивания этих градиентов до степени, при которой они могут вызвать разрушительный электрический разряд.

Вообще, там, где электростатический потенциал очень быстро изменяется в пространстве, некоторые среды испытывают сильное напряжение и в конце концов могут быть пробиты электрическим зарядом, подобно тому как молния пробивает воздух и может пробить стекло в окне. Способность среды противостоять такому напряжению называется диэлектрическим сопротивлением.

До сих пор я рассматривал задачу о поведении электрического поля вблизи заостренных проводников с точки зрения физика, ставящего это поведение в зависимость от диэлектрического сопротивления среды, окружающей проводник. Существует, однако, родственная задача, имеющая более формальный чисто математический характер.

Мы здесь сталкиваемся с одной из тех ситуаций, когда между математической и физической задачами обнаруживается тесная связь, но сами эти задачи не соответствуют одна другой абсолютно точно. Все реально существующие острия, изучаемые физикой, такие, например, как острие обыкновенной швейной иглы, на конце все же чуточку закруглены. Теоретически, однако, можно представить себе гораздо более острое острие, получающееся, например, при вращении вокруг средней линии поперечного сечения опасной бритвы, лезвие которой является общей касательной двух ее вогнутых боковых сторон. Подобное острие невозможно абсолютно точно осуществить на практике, но в математике оно является вполне допустимым понятием. Можно рассмотреть также задачу о распределении электрического потенциала в пространстве, окружающем такое острие, и исследовать его поведение непосредственно около самого заострения.

Оказывается, что в некоторых случаях математическое поведение потенциала вокруг нашего идеального острия имеет много общего с наблюдаемым поведением потенциала около очень острых проводников. В соответствующей физической ситуации напряжение становится столь сильным, что

наступает пробой среды вблизи острия. В математической ситуации этого не может быть, так как здесь нет среды, поддающейся пробой, но зато здесь может наступить разрыв самих значений поля. В случае такого нарушения непрерывности поля потенциал в самой точке острия становится неопределенным: его значения оказываются зависящими от того, по какому пути мы приближаемся к острию. Именно это явление я и начал изучать по предложению Келлога с целью выяснить, для каких заострений могут возникать такие нарушения непрерывности.

Некоторые относящиеся сюда результаты были уже раньше получены польским математиком Зарембой. Эти результаты позволяли сформулировать определенную гипотезу относительно степени остроты, достаточной для того, чтобы вызвать неопределенность потенциала, и другую гипотезу относительно степени тупости, гарантирующей отсутствие неопределенности у потенциала. Однако между степенью остроты и степенью тупости, фигурирующими в этих гипотезах, оставался пробел, так что существовали некоторые острия, относительно которых ничего не было известно. Профессор Келлог сам выполнил весьма важную работу по исследованию этих промежуточных случаев, и теперь два его молодых ученика писали в Принстоне докторские диссертации на эту тему. Я тоже начал думать о возможных методах решения этой задачи, как только Келлог сообщил мне о состоянии относящихся сюда исследований.

И тут обнаружилось, что я довольно быстро приближаюсь к цели, так что вскоре мне удалось сделать значительно больше, чем обоим соискателям докторской степени из Принстона. Но когда я показал полученные результаты профессору Келлогу, его отношение ко мне внезапно резко изменилось. Сначала ему было приятно, что я заинтересовался теорией потенциалов, но, увидев мою работу, он начал опасаться, как бы я не помешал двум его ученикам защитить докторские диссертации.

Во многих учебных заведениях и сейчас существует обычай не присуждать докторской степени за неопубликованные диссертации. В то время, о котором я сейчас рассказываю, это считалось общим правилом. Поэтому опасения Келлога имели определенные основания: он прекрасно понимал, что опубликовать работы, содержащие совершенно новые результаты, легче, чем работы, в которых что-то развивается и дополняется. Лично мне все эти соображения кажутся совершенно несерьезными, я считаю, что есть только один способ решить вопрос об оригинальности работы, поданной на соискание докторской степени: если в момент представления в ней содержатся какие-то новые сведения по сравнению с литературой, существующей

в пределах досягаемости автора, ответ положительный, если нет — отрицательный. Словами «в пределах досягаемости» я хочу сказать, что считаю необходимым учитывать реальные возможности каждого автора.

Придерживаясь иной точки зрения и боясь, что я стану на пути двух его питомцев, профессор Келлог потребовал, чтобы я «забыл» о своих достижениях. Должен сказать, что я встретил его предложение без энтузиазма. Из-за болтливости Келлога — и только из-за его болтливости — я знал, что проблемой потенциала, кроме меня, занимается еще кто-то, но никаких сведений о том, как и что именно делают его подопечные, у меня не было, поэтому я не видел оснований считать свои результаты в какой-то степени несамостоятельными.

Все прочие рассуждения Келлога по поводу того, что как математик я вполне устроен, что работы эти мне ни к чему и что в данном случае более чем уместно проявить благородство, уступив честь их создания молодости и неопытности, то они просто не произвели на меня никакого впечатления. Кандидаты, о которых шла речь, были старше меня и, будучи учениками одного из влиятельных американских математиков, находились в гораздо более выгодном положении, чем я. В отличие от них, мне никогда не приходилось пользоваться милостями сильных мира сего, и профессора из Гарварда считали меня математиком, и притом вполне устроенным, только в тех случаях, когда хотели причинить мне какую-нибудь неприятность.

Если бы я не интересовался ничем, кроме научной деятельности, и занимался только устройством своей карьеры, создавшееся положение основательно отравило бы мою жизнь. Но ученый, кроме того, еще человек и, как всякий человек, имеет какие-то потребности, удовлетворение которых невозможно отложить до окончательного устройства всех дел. Я приближался к тридцати годам и был уже вполне готов вкушать радости семейной жизни. Как раз в это время мое внимание привлекла одна молодая особа, которая потом стала моей женой.

Девушку, столь сильно меня заинтересовавшую, звали Маргарет Энгманн. Когда-то Энгманны занимались в Германии земледелием, но со временем социальное положение семьи изменилось. Из мелких фермеров они превратились в арендаторов, некоторым из них удалось стать управляющими в крупных имениях, другим — добиться успеха на духовном поприще; через несколько поколений члены этой семьи уже представляли самые различные профессии. Мать Маргарет приехала в Америку после смерти мужа. Она поселилась на Западе и вела деятельную, полную романтики жизнь на лоне природы. В Маргарет меня прежде всего привлекали унаследованные

от матери прямого, искренность и сердечность. Эти ее качества заставили меня сначала предположить, а потом поверить в то, что она — та самая девушка, которая мне нужна.

В один из сырых, холодных декабрьских дней я поехал к ним в гости. Это было как раз в период обострения моих отношений с Келлогом. Возвращаясь домой, я долго ждал трамвай и промок до костей. В тот же вечер я почувствовал, что жестоко простудился. На очередном заседании местного отделения Американского математического общества я встретился с Келлогом, но, обсуждая с ним вопрос об опубликовании своей статьи, я, из-за начинавшегося воспаления легких, говорил уже в каком-то полубредовом состоянии и вместо того, чтобы спокойно согласиться с его точкой зрения, начал страшно горячиться. Я ясно чувствовал в его словах стремление во что бы то ни стало сохранить монополию за «своими» и не дать «чужаку» приблизиться к святым святым. Это раздражало меня больше всего. В конце концов, возмущенный, я заявил, что собираюсь немедленно опубликовать статью в нашем новом математическом журнале. Тут-то и грянула буря. Келлог и Биркгоф обрушились на меня со страшными обвинениями, в мгновение ока я был осужден и заклеен с самых высоких моральных позиций.

На следующий день, чувствуя себя совершенно больным и полностью скомпрометированным, я отправился в Гротон, на ферму, которую приобрели мои родители после того, как отец окончательно решил уйти в отставку. Была суббота, на улице похолодало, и я воспользовался уикэндом¹, чтобы переключиться на зимние виды спорта. Но как только я вернулся домой, мне пришлось немедленно лечь в постель: оказалось, что у меня первоклассная бронхопневмония. В течение всей болезни меня преследовали кошмары, в которых уныние и тревога, вызванные ссорой с гарвардскими математиками, причудливо переплетались с беспокойством по поводу логического обоснования моей работы. Из-за постоянных болей и затрудненного дыхания я уже не мог различить, что меня мучает — хлопанье оконной занавески или нерешенные вопросы, связанные с проблемой потенциала, которой я тогда занимался.

Мне трудно сказать, что происходило на самом деле: ощущение боли проявлялось как тревога за математические дела или нерешенные математические вопросы материализовались в ощущении физической боли. Все переплелось настолько тесно, что нечего было и думать отделить одно от другого. Размышляя потом о своем странном состоянии, я пришел к выводу,

¹Время отдыха с субботы до понедельника (англ.).

что почти любое мое переживание в какой-то степени всегда символически отражает ту или другую математическую ситуацию, которая мне еще не ясна или не успела вылиться в конкретные формулы. Под влиянием этого наблюдения я начал отчетливее, чем раньше, понимать, что именно побудило меня заняться математикой. Думаю, что одна из главных причин состояла в том, что я очень остро, наверное даже можно сказать болезненно, реагировал на неразрешенные математические проблемы. Со временем ощущение, что я не могу заниматься ничем другим, пока мне не удастся с помощью каких-то, пусть временных, но вполне отчетливых, формулировок добиться ясности в вопросе, над которым я работаю, становилось все острее и острее.

Кстати, я убежден, что если существует какое-то одно качество, которое отличает действительно талантливого математика от его менее способных коллег, то оно состоит в умении оперировать временными, только ему понятными символами, позволяющими выражать возникающие идеи на некоем условном языке, который нужен лишь на определенный отрезок времени. Если математик не обладает этим умением, он никогда ничего не достигнет, так как сохранить мысль в несформулированном виде абсолютно невозможно.

Только во время болезни я по-настоящему понял, как сильно мне недостает присутствия Маргарет. Я не стану утверждать, что с момента выздоровления я не колеблясь шел к своей цели, или окончательно утвердился в желании жениться, но, во всяком случае, болезнь ознаменовала определенный внутренний поворот, который после целого ряда эмоциональных взлетов и падений привел в конце концов к нашему браку. Я подробно рассказал о всех перипетиях, связанных с этим событием, в своей предыдущей книге «Бывший вундеркинд». Поэтому тут я останавливаюсь на нем только постольку, поскольку оно имеет отношение к моей научной карьере.

Рассказывая сейчас о себе как об ученом, я безжалостно сбрасываю самые волнующие события моей собственной личной жизни и нашей более поздней совместной жизни с женой, если только они не имеют прямого отношения к моей научной работе. Но мне было бы очень неприятно, если из-за этого у кого-нибудь создалось бы впечатление, что моя внутренняя жизнь ограничивалась интересами карьеры или что я мог бы нормально существовать все эти годы, не будь рядом со мной преданной и любящей жены, всегда готовой прийти мне на помощь. Я убежден, что семейная жизнь — вопрос глубоко личный, и это мешает мне сейчас говорить. Я чувствую, что не могу сделать эту сторону своей жизни достоянием читателей, не затронув

чего-то, принадлежащего только нам двоим, тем более, что искренность наших отношений, их серьезность и проверенная годами прочность избавили нас от случайных происшествий, которые могли бы представлять интерес для посторонних. То, что я сделал для науки, принадлежит всему миру, но моя домашняя жизнь и мои привязанности касаются только меня и моих близких.

Теперь мне хотелось бы снова вернуться к вопросу о борьбе за «место под солнцем», непрерывно происходящей среди математиков, и об этических нормах, которыми в этой борьбе принято руководствоваться. Как я уже говорил, работа, которую с самого начала нужно было делать с кем-то наперегонки, внушала мне отвращение. Я терпеть не мог соревнования, хотя был гораздо честолюбивее многих молодых математиков. Я понимал, что излишнее честолюбие меня не украшает. Но характер не выбираешь по своему усмотрению, да у меня к тому же и не было выбора. Я всегда чувствовал себя в науке чужим и не мог рассчитывать ни на какие блага, кроме тех, которые добуду собственными потом и кровью. А если уж не заслужишь доброжелательного отношения, стоит быть опасным, чтобы тобой по крайней мере не пренебрегали.

Мое честолюбие не являлось чем-то исключительным. Во всяком случае, один из крупнейших американских математиков, неприязнь которого непреодолимым барьером стояла на моем пути к цели, заведомо отличался большим честолюбием, чем я. Я живо воспринимал новые идеи, но расставался с ними без сожаления. При всей любви к борьбе я никогда не стремился держать свою работу в тайне, чтобы потом ошеломить ничего не подозревающих коллег достигнутыми результатами. В этом я резко расхожусь с некоторыми из своих старших товарищей. Немногие из них позволяют себе роскошь радоваться научным победам так открыто, как я, но зато многие вполне способны помешать другому заниматься интересующими их вопросами только ради того, чтобы в полную меру насладиться впечатлением, которое производит втайне подготавливаемая статья, продуманно представленная ученому миру как раз в тот момент, когда она может произвести наиболее выгодное впечатление. Дело, в сущности, не в том, что я был честолюбивее других, а в том, что я не так заботливо это скрывал и не стремился поддерживать наилучшие отношения со всеми и каждым.

4

ЕВРОПЕЙСКИЙ ПЕРИОД МОЕЙ ЖИЗНИ. МАКС БОРН И КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ

Только через два года после Страсбургского конгресса мне удалось возобновить свои поездки за границу. Мое горячее стремление попасть в Европу частично было вызвано желанием еще полнее приобщиться к европейской математической мысли, благо я уже познал эту радость, а частично — особыми обстоятельствами нашей семейной жизни.

Вскоре после войны мои родители купили в Гротоне (Массачусетс) ферму с жилым домом и яблоневым садом. Они собирались перебраться туда после того, как отец выйдет в отставку, а пока мы все съезжались в Гротон на каникулы. К сожалению, чтобы поддерживать на ферме порядок, нужны были усилия всех членов семьи. Мы же, младшее поколение, были слишком обременены заботами. Нам приходилось тяжело трудиться, чтобы пробить себе дорогу в жизни, поэтому в свободное время мы хотели просто отдохнуть, чтобы как-то набраться сил, и вовсе не стремились тратить досуг, заработанный в поте лица своего, на выращивание овощей и расчистку лесного участка.

Моя сестра Констанс преподавала математику в Смит-колледже¹. Берта изучала химию в Массачусетском технологическом институте. Энергичная, уверенная в себе Констанс стала уже настоящей маленькой женщиной. Родители считали ее главной опорой семьи и единственной из нас, обладающей тем, что французы называют *savoir faire*². В тех вопросах, в которых я все больше и больше расходился с матерью, она, наоборот, все больше и больше с ней сближалась.

Самым независимым членом нашей семьи была, наверное, Берта. Семилетняя разница в нашем возрасте избавила ее от тягот воспитательной

¹ Женский колледж в г. Нортемптене (штат Массачусетс).

²Здесь: умение жить (франц.).

системы отца. Она не только не подвергалась такому давлению, как я, но не знала даже более мягких форм воздействия, которые применялись к Констанс. Когда Берта была школьницей, вся семья занималась главным образом воспитанием моего младшего брата Фрица, так что и тут она оказалась предоставленной самой себе в гораздо большей степени, чем мы. Это привело к тому, что она относилась к делам семьи гораздо более трезво, чем Констанс или я, по крайней мере в то время, когда я еще только начинал свою самостоятельную жизнь.

Мне очень хотелось поделиться с сестрами радостями, которые я получал от своих путешествий в Европу, а им, конечно, хотелось к этим радостям приобщиться. Я не стану перечислять здесь в хронологическом порядке все поездки, совершенные мною в одиночестве или вместе с ними, и скажу только, что лето 1922, 1924 и 1925 годов я провел за границей, навещая друзей нашей семьи и своих коллег. За время этих поездок я все чаще и чаще виделся с Леви и завязал новые важные для меня знакомства не только в Англии и во Франции, но и в Германии. Летом 1922 года я оказался в Германии как раз в тот момент, когда там начиналась инфляция, и видел собственными глазами, какое это страшное бедствие.

Все это время я продолжал заниматься теорией потенциала. Моя работа протекала в двух направлениях. Прежде всего, я пришел к новому пониманию связи между значениями электромагнитного потенциала внутри области и его значениями на границе. Как я уже указывал, первоначально предполагалось, что значения электромагнитного потенциала внутри области должны непрерывно переходить в значения на границе и однозначно определяться этими последними. Мне, однако, удалось обнаружить, что в теории потенциала могут быть использованы некоторые понятия, родственные упоминавшемуся раньше обобщенному интегрированию, и что при этом приходится считать, что потенциал внутри области должен определяться значениями потенциалов в окрестности границы и что непрерывность при подходе к границе вполне может и нарушаться. Руководствуясь примером теории обобщенного интегрирования П. Дж. Даниеля, о которой я рассказывал выше, я пришел затем к существенному обобщению ряда понятий теории потенциала, начиная с самых основных понятий заряда и емкости. Основным моим нововведением было то, что зависимость значения потенциала во внутренней точке от граничных значений я рассматривал как некоторое обобщенное интегрирование, а не как простейшую непрерывную связь, при которой значения на границе могут быть получены из внутренних значений с помощью предельного перехода. Такой подход, по

существо, означал, что обычная постановка задачи с граничными условиями заменялась обратной постановкой. Как и во многих других математических вопросах, такое обращение точки зрения внесло свежую струю в область исследований, долгое время казавшуюся совершенно мертвой.

Мой старший друг и наставник профессор Х. Б. Филлипс из МТИ еще раньше рассматривал величины, аналогичные потенциалу, заданные на квадратной сетке (типа сетки решета) и на некоторых трехмерных структурах, родственных такой сетке. С помощью новых общих понятий теории потенциала мне удалось показать, что его результаты являются важным шагом в построении универсальной теории потенциалов любого рода.

Я полагал, что сумел пополнить арсенал обычных средств теории потенциала значительным числом новых, метких соображений. Применив их к старой проблеме Зарембы, полное решение которой оставалось неизвестным, я выяснил, что не ошибся в своих ожиданиях. Примерно в это же время на страницах «Трудов» (*Comptes Rendus*) Французской академии наук начали появляться многочисленные статьи по теории Зарембы, принадлежащие Лебегу и его молодому ученику Г. Булигану.

В науке часто бывает, что глубина и большая четкость появляющихся новых статей, не содержащих еще каких-либо особенно важных конкретных результатов, свидетельствуют о том, что в ближайшее время в этой области следует ожидать значительного продвижения. Именно так обстояло дело с работами Лебега и Булигана. Мне было совершенно ясно, что если я немедленно не приложу всех своих сил, то позже это уже может оказаться невозможным из-за того, что весь круг вопросов, связанных с теорией потенциала, будет окончательно вычеркнут из числа тех, в которых еще остаются какие-то проблемы, не разработанные до конца. Поэтому я удвоил усилия, стараясь как можно лучше использовать разработанный мной новый математический аппарат, и вскоре с радостью обнаружил, что получил результаты, которые в то время естественно было считать окончательным решением задачи.

Я хорошо сознавал, что должен торопиться, и немедленно обратился к студенту Мануэлю Сандовалю Балльярте, мексиканцу по национальности, значительно лучше меня изъяснявшемуся по-французски, с просьбой помочь изложить мои идеи на сносном французском языке. В результате родилась небольшая заметка, которую я по почте отправил Лебегу для опубликования в «Трудах» Академии.

То, что произошло потом, представляет собой пример совпадения, гораздо более обычного в истории открытий и изобретений, чем это может

показаться с первого взгляда. Пока мое письмо пересекало океан, Булиган получил некоторые очень важные результаты, которые он не успел еще окончательно отшлифовать. Эти результаты он показал Лебегу и по его совету представил их Академии в запечатанном конверте, в соответствии с обычаем, освященным вековой академической традицией. Мое письмо пришло в тот самый день, когда был вскрыт конверт Булигана. Обе заметки появились рядом в одном и том же номере «Трудов» вместе с коротким предисловием Лебега, относящимся к ним обоим. Хотя результаты этих заметок были изложены в разных терминах, их основная идея полностью совпадала. Впрочем, с точки зрения логики заметка Булигана представлялась менее совершенной, так как она содержала лишь предварительное сообщение о работе, далекой от полного завершения.

Итак, в моем соревновании с Булиганом результат оказался еще более ничейным, чем в предыдущем эпизоде, связанном с двойным открытием банаховых пространств. Знаменательно, что и на этот раз, так же как в случае с Банахом, соревнование закончилось в высшей степени дружелюбно. Булиган с полной готовностью признал большую законченность моей работы, и мы договорились встретиться, как только я попаду во Францию.

Другой круг вопросов, которым я занимался примерно в то же время, но уже без постоянной угрозы быть обойденным, также привел меня к установлению новых дружеских контактов. Дело в том, что мое внимание привлекли исследования датского математика Харальда Бора, посвященные тому, что он назвал «почти периодическими функциями». Эти функции изображаются кривыми, которые, хотя и не повторяются совершенно точно подобно узорам на обоях, но в некотором смысле близки к этому. Открытие таких функций представляло собой значительное обобщение классического гармонического анализа. Как уже говорилось выше, сам я тоже работал над обобщением гармонического анализа, пытаясь обосновать с его помощью формальные правила исчисления Хевисайда. Познакомившись с результатами Бора, я, естественно, захотел посмотреть, что могут дать мои идеи в применении к новой области. И опять мне удалось добиться успеха, построив теорию, охватывающую не только спектры, которые, подобно спектрам излучения паров химических элементов, сосредоточены в отдельных линиях, но и спектры совсем другого типа, в которых энергия непрерывно распределена по целому интервалу частот. Что же касается теории Бора, то она относилась только к случаю линейчатых спектров. Оказалось, что с помощью некоторых рассуждений, которыми я уже и раньше пользовался в своих исследованиях по обобщенному гармоническому анализу, можно

было получить все основные результаты Бора и ряд значительно более широких новых результатов, касающихся также случая непрерывного спектра.

Идеи, использовавшиеся в этих исследованиях, очень тесно примыкали к тем, которые я уже применял при изучении броуновского движения. В частности, мне снова пригодились непрерывные кривые, являющиеся столь извилистыми, что ни в какой их точке нельзя сказать, какое же они имеют направление. При обсуждении вопроса о броуновском движении я отмечал, что ранее такие кривые были в науке на положении пасынков: они рассматривались как совершенно неестественные патологические объекты, выдуманные математиками от чрезмерной абстрактности и не имеющие никакого отношения к реальному физическому миру. Мне же удалось построить физическую по существу теорию, в которой такие кривые играли основную роль.

Совсем неожиданно у меня завязались дружеские отношения еще с одним европейским математиком, на сей раз, правда, не на основе общих научных интересов, а благодаря семейным связям. Мне не раз попадались на глаза статьи Леона Лихтенштейна, немецкого ученого, бывшего редактором самого солидного реферативного математического журнала того времени и работавшего в области гидродинамики. Я знал, что у моего отца был двоюродный брат Леон, который, как и он, когда-то учился в Берлинском технологическом институте. Особого интереса к инженерному делу он, однако, не проявлял и в конце концов оставил технику, чтобы заняться научно-исследовательской работой в области прикладной математики. Отец давно потерял его из виду и не знал, где он работает и удалось ли ему чего-нибудь достигнуть на новом поприще.

Однажды мы получили письмо от моей нью-йоркской тетушки, в котором сообщалось, что Леон добился в математике гораздо больших успехов, чем можно было ожидать. Она же нам написала, что его фамилия Лихтенштейн. Тогда-то мне и пришло в голову, что двоюродный брат отца Леон и известный математик Лихтенштейн, очевидно, одно и то же лицо. Я написал Лихтенштейну и прямо спросил его, не доводится ли он нам родственником. В ответ пришло дружественное письмо, подтвердившее мою догадку. Лихтенштейн знал о моем существовании и о моих работах и приглашал навестить его, когда я в следующий раз буду в Европе. Он по-прежнему жил в Берлине, хотя преподавал в Лейпцигском университете, где, как я потом узнал, занимал должность декана факультета наук.

Установив с помощью писем какие-то отношения с Булиганом и Лихтенштейном, я летом вместе с Бертой приехал в Европу. Прежде

всего я отправился в Пуатье к Булигану. Он встречал меня на станции, держа в руках экземпляр одной из моих статей, чтобы я мог его узнать. Булиган оказался простым и славным молодым бретонцем. Он пригласил меня погостить у них дома. В Пуатье есть на что посмотреть. Это очаровательный город, очень романтичный, со множеством интересных архитектурных памятников. Булиган познакомил меня с одним из своих друзей, преподавателем лицея и знатоком местных достопримечательностей, самые интересные из которых они вдвоем мне показали.

Потом я поехал в Германию к Лихтенштейну. Мы никогда не видели друг друга даже на фотографиях, поэтому нам было не так-то легко встретиться. Лихтенштейн, так же как Булиган, ждал нас на вокзале и в качестве опознавательного знака держал в руках лист бумаги, на котором в мою честь была написана основная формула теории потенциала.

Лысый и с бородкой, чертами лица он мало походил на отца, но, так же как отец, был небольшого роста и отличался недюжинной энергией, усиленной жестикуляцией и твердыми принципами. Лихтенштейн во многом был настроен резко антиамерикански, но меня он встретил очень тепло. Правда, несмотря на это, Берте и миссис Лихтенштейн (главой дома в семье моего дяди была явно она) пришлось потратить немало усилий, чтобы помешать нашей беседе превратиться в открытую ссору.

Знакомство с Лихтенштейнами заставило меня столкнуться с одной маленькой специфически немецкой проблемой. С первой же встречи Леон попросил меня говорить ему «du»¹; миссис Лихтенштейн относилась ко мне не менее сердечно, чем ее муж, но такого желания все-таки не выразила. При этих условиях я, естественно, не чувствовал себя вправе вести себя с ней так же фамильярно, как со своим родственником, и в разговорах пользовался общепринятой формой обращения «Sie»².

В 1924 году, вспомнив о прежних временах, я побывал в Геттингене; оказалось, что мои новые идеи обратили на себя внимание тамошних математиков. Поэтому в 1925 году, совершив вместе с Александером из Принстонского университета небольшую экскурсию в горы, я на обратном пути снова приехал в Геттинген. На этот раз я убедился, что работа об обобщенном гармоническом анализе по-настоящему заинтересовала моих геттингенских коллег.

¹Ты (нем.).

²Вы (нем.). В английском языке фактически нет обращения на «ты», поэтому вопрос о выборе формы обращения представляется Винуру «специфически немецкой проблемой».

Во главе геттингенских математиков в то время стоял Рихард Курант, маленький, трудолюбивый, очень живой и властолюбивый человек. Он посоветовал мне провести год в Геттингене, чтобы заняться некоторыми исследованиями вместе с геттингенскими математиками. Средства для этого можно было попытаться получить из каких-нибудь американских источников. Как раз в это время в Нью-Йорке организовался фонд имени Джона Симона Гуггенхейма, и Курант считал, что я вполне могу туда обратиться. Он уверял, что мое пребывание в Геттингене будет не только полезно, но и приятно, поскольку геттингенские математики готовы оказывать мне всяческую помощь: позаботиться, например, об опубликовании моих статей и даже проследить за тем, чтобы они были написаны на хорошем немецком языке.

По совету Куранта я отправился засвидетельствовать свое почтение Феликсу Клейну, который делил с Гильбертом славу самого выдающегося геттингенского математика. Клейн уже очень ослабел, и все понимали, что дни его сочтены. Я все-таки с радостью воспользовался представившимся случаем, чтобы познакомиться еще с одним представителем славного прошлого математической науки.

Мой визит начался с грубого промаха. Увидев перед собой пожилую экономку, я спросил на самом изысканном немецком языке, на который я только был способен: «Ist der Herr Professor zu Hause?» — «Der Herr Geheimrat ist zu Hause»¹, — ответила она, всем своим видом показывая, что я совершил бестактность, назвав тайного советника всего лишь профессором. Титул «Geheimrat» означает для немецкого ученого приблизительно то же самое, что право именоваться «сэром» для англичанина; должен, однако, сказать, что в Англии мне не приходилось замечать, чтобы кто-либо придавал дворянскому званию такое значение, какое в Германии всегда придается титулу тайного советника.

Я поднялся наверх и нашел Феликса Клейна в его кабинете — просторной комнате, где было много воздуха и света; вдоль стен стояли книжные шкафы, посередине — большой стол, на котором, разумеется, в страшном беспорядке лежали книги и раскрытые журналы. Великий математик сидел в кресле с пледом на коленях. У него были тонкие изящные черты лица, как будто вырезанные рукой мастера, и борода. Когда я на него смотрел, мне казалось, что я вижу над его головой венец мудреца, а, когда он произносил имя какого-нибудь замечательного математика прошлого, отвлеченное понятие «автор таких-то и таких-то работ» точно по мановению волшебной

¹ «Господин профессор дома?» — «Господин тайный советник дома» (нем.).

палочки превращалось в живое человеческое существо. Над самим Клейном время, казалось, больше не было властно — вокруг него все дышало вечностью. Я слушал его с величайшим благоговением и по прошествии нескольких минут заметил, что уже прошу позволения удалиться, как будто я присутствовал на аудиенции при дворе.

Сообщение, которое я сделал о своей работе по обобщенному гармоническому анализу, нашло в Геттингене живой отклик; Гильберт, в частности, проявил к нему большой интерес. Но тогда я совершенно не подозревал, что эта работа имеет непосредственное отношение к тем физическим идеям, которые через очень короткое время бурно расцвели в Геттингене и породили замечательную новую дисциплину, известную теперь под названием квантовая механика¹.

Та часть математической физики, которая называется квантовой механикой, выросла из выполненной в 1900 году работы Макса Планка о равновесном излучении в полости. Попросту говоря, предметом первой работы по квантовой теории было излучение света внутри горячей печи, в которой свет находится в равновесии с раскаленными стенками так, что при изменении температуры стенок меняется и характер свечения печи. Это изменение весьма заметно и известно всем нам, так как оно объясняет разницу между куском металла, раскаленным докрасна, и куском металла, раскаленным добела. Дело в том, что спектр света, излучаемого металлом, нагретым до красного каления, обрывается где-то в области красных или желтых световых волн, в то время как спектр света, излучаемого металлом, доведенным до белого каления, содержит все цвета из видимой части спектра и простирается далеко в ультрафиолетовую область.

Самая суть трудности объяснения наблюдаемой связи между излучаемым свечением и температурой излучающего тела, которую Планк разрешил при помощи крайне смелой новой гипотезы, заключалась в том, что традиционное представление о свете как о непрерывном явлении оказалось несостоятельным. Гипотеза Планка как раз и предполагала, что свет, так же как материя, имеет зернистую, а не непрерывную структуру.

До появления этой гипотезы механизм влияния температуры стенок печи на цвет излучаемого этими стенками света представлялся совершенно непостижимым. Планк впервые смог объяснить сущность этого весьма лег-

¹ В этой главе мне приходится объяснять смысл некоторых довольно сложных проблем, не прибегая к помощи научной терминологии. Читателю, не интересующемуся подробным описанием моих работ этого времени, лучше пропустить несколько абзацев, в которых затрагиваются специальные вопросы. — *Прим. авт.*

ко наблюдаемого явления. Однако высказанная им гипотеза совсем не так безобидна. Она связана с некоторыми идеями математики конца XVII века, и даже не только математики, а вообще всего направления человеческой мысли этого времени. В ту отдаленную эпоху между атомистами, считавшими, что любое вещество состоит из отдельных частиц, и сторонниками идеи непрерывности материи разгорелась ожесточенная идейная битва. Исход сражения имел чрезвычайно важное философское значение, поэтому противники не жалели сил. И все-таки не отвлеченные рассуждения, а конкретное техническое нововведение придало этому спору особую остроту. Этим нововведением явился микроскоп, изобретенный голландцем Левенгуком, которому удалось с помощью своего прибора подсмотреть, например, кипучую жизнь многочисленных обитателей капли стоячей воды.

Изобретение нового прибора всегда порождает целый ряд новых представлений. До Левенгука изучение живых организмов ограничивалось тем, что можно было увидеть невооруженным глазом или, в лучшем случае, с помощью примитивной лупы. Ученые, стоявшие на позициях Демокрита и считавшие, что материя состоит из мельчайших частичек, или атомов, не могли похвалиться никакими особенными успехами — до изобретения микроскопа предметы меньше, скажем, зернышка песка были уже за пределами их досягаемости.

Когда же появилась возможность рассмотреть через микроскоп каплю обыкновенной прудовой воды, создалось впечатление, что в ней кипит не менее напряженная жизнь, чем на улицах большого города. Новые горизонты, открывшиеся перед человеческим глазом, дали новую пищу воображению; мысль ученых устремилась к разрешению проблем мельчайшего строения вещества и к философскому осмыслению самого процесса увеличения, происходящего в микроскопе. В какой-то степени со всеми этими событиями связана, очевидно, и знаменитая свифтовская шутка:

So naturalists observe, a flea
Nath smaller fleas that on him prey;
And these have smaller still to bite 'em;
And so proceed *ad infinitum*.
(Итак, ученые видят: блоха,
На ней сидят блошки поменьше и сосут ее кровь;
На меньших блошках сидят еще меньшие и кусают их.
И так до бесконечности.)

Эта литературная безделка представляет гораздо больший интерес, чем сейчас может показаться. Среди многочисленных объектов, которые Ле-

венгук рассматривал в микроскоп, были также сперматозоиды человека и животных, причем Левенгук совершенно разумно предположил, что они играют какую-то роль в оплодотворении. Рассматривая сперматозоид с помощью весьма несовершенных микроскопов Левенгука и его последователей, легко можно было предположить, что он содержит в свернутом виде крошечный зародыш живого существа. Отсюда возникла на первый взгляд вполне правдоподобная теория, согласно которой процесс оплодотворения состоял во внедрении сперматозоида в матку, где он начинал увеличиваться в объеме до тех пор, пока содержащийся в нем зародыш не превращался в обычный известный врачам утробный плод. Представление о том, что сперматозоид сам по себе является предшествующей стадией зародыша, навело биологов на целый ряд интересных мыслей.

Если рассматривать сперматозоид как первую стадию утробного плода, естественно предположить, что он представляет собой крохотное человеческое существо со всеми присущими человеку органами, отличающимися лишь уменьшенными размерами и искаженными формами. А в таком случае он, очевидно, содержит также и сперматозоиды, только гораздо меньшего размера, чем те, которые уже известны. Эти сперматозоиды должны в свою очередь содержать еще более мелкие сперматозоиды и так *ad infinitum*¹, т. е. дело как будто обстоит точь-в-точь, как со свифтовской блохой, на которой сидели блохи поменьше с еще и еще меньшими блохами, уже невидимыми с помощью существовавших тогда микроскопов. Отсюда сам собой напрашивался вывод, что будущее человеческой расы заранее предопределено уже существующими человеческими особями. Такая предопределенность подтверждала идею о бесконечной делимости материи, вызвав живой интерес философов, в частности такого большого философа, как Лейбниц².

¹ До бесконечности (лат.).

² Нельзя говорить о Лейбнице и Свифте, не вспомнив об исторических событиях начала XVIII века, требующих некоторых дополнительных объяснений. Один из крупнейших философов, Лейбниц был в то же время замечательным математиком и физиком. Официально он занимал должность архивариуса при ганноверском дворе. На этом посту Лейбниц зарекомендовал себя не только как великолепный библиотекарь, но и как первоклассный дипломат, преданно пекущийся о благополучии и округлении владений своего повелителя. Он, несомненно, принимал деятельное участие в переговорах, которые привели в конце концов представителя ганноверского дома на английский престол. Прихода ганноверцев больше всего желали виги, стремившиеся отнять власть у потерявших популярность Стюартов. Поэтому многие считали, что Лейбниц лично замешан в интригах вигов. То, что он был членом английского Королевского общества (Английской академии наук), и весьма деятельным членом, еще больше сближало его с Англией.

Лейбниц представлял себе мир в виде капли воды или капли крови, так же кишашей мельчайшими организмами, как вода; одним словом, он считал, что мир совершенно лишен пустоты. Он предполагал, что все промежутки между живыми существами и внутри живых существ заполнены другими, более мелкими живыми существами. Это убеждение привело Лейбница к гипотезе о бесконечной делимости жизни и о непрерывности материи.

Представления Лейбница о мире, отражавшие в какой-то мере результаты микроскопических наблюдений того времени и подкреплявшиеся его собственными общепhilософскими воззрениями, сказались также на созданной этим ученым новой интерпретации математики. Напомним, что Лейбниц был одним из двух создателей дифференциального и интегрально-

Свифт, наоборот, принадлежал к числу сторонников Стюартов и, следовательно, был тори. Он принимал непосредственное участие в подготовке *coup d'état* (государственного переворота), ставившего своей целью передать трон, освободившийся после смерти королевы Анны, сыну Якова II. Таким образом, Лейбниц и Свифт оказались в двух враждебных лагерях, причем оба играли заметную роль в политической борьбе своего времени. Нет ничего удивительного поэтому, что они питали друг к другу глубокую неприязнь.

Чтобы убедиться во враждебном отношении Свифта к Лейбницу, достаточно взять в руки третью книгу «Путешествий Гулливера». Многие удивлялись ядовитому сарказму, с которым Свифт высмеял ученых Лапуты. Чем только не занимаются эти беспомощные прожектеры! Чтобы подобрать костюм нужного размера, измеряют человека с помощью секстанта, извлекают солнечные лучи из огурцов, пытаются овладеть всей премудростью веков по способу, весьма напоминающему идею Эддингтона о печатающих на пишущих машинках обезьянах. [Винер имеет в виду замечание английского астрофизика Эддингтона, предложившего в качестве примера совершенно невероятного события случай, когда обезьяны, беспорядочно ударяющие по клавишам пишущих машинок, воспроизводят ряд классических литературных произведений.] Но Лапуты Свифта — это ведь не что иное, как пародия на Королевское общество и на деятельность Лейбница! Стоит ли при этих условиях удивляться, что одна из самых ядовитых свифтовских стрел вонзилась в типично лейбницевскую картину: блоха, на ней блоха поменьше и так *ad infinitum*.

Между прочим, эта шутка не единственное свидетельство интереса Свифта к проблеме изменения привычных соотношений. Его вообще занимала мысль, что произойдет с миром и с индивидуумами, его населяющими, если люди, животные и все предметы внезапно резко уменьшатся или увеличатся в размерах. Первые две части «Путешествий Гулливера» как раз и посвящены этой теме: в «Путешествии в Лилипутию» Свифт рассказывает о людях в двенадцать раз меньше нормального человеческого роста; в «Путешествии в Бродбингнэг» — о великанах семидесяти футов высотой.

В обоих случаях, описывая последствия таких резких изменений, Свифт проявляет достаточное остроумие, но недостаточную проникающую способность. Он, например, не представляет себе, как могут отразиться подобные изменения на способности двигаться. Свифт и не подозревает, что, будь лилипуты человеческими существами из плоти и крови, они при своем росте обладали бы способностью прыгать на высоту, в несколько раз превышающую их собственную, а жители Бродбингнэга оказались бы так ленивы и так связаны с землей, что вряд ли сумели бы находиться в вертикальном положении. — *Прим. авт.*

го исчисления и ему, в частности, наука обязана обозначениями, которыми мы пользуемся до сих пор. Он не только рассматривал пространство и время как нечто делимое на сколь угодно малые части, но и отчетливо представлял себе, что величины, распределенные в пространстве и во времени, в каждом измерении характеризуются своей скоростью изменения. Типичным примером величины, распределенной в пространстве и во времени, является температура. Когда мы говорим, что температура падает со скоростью 10° в час, мы имеем в виду скорость ее изменения во времени. Если же мы говорим, что температура падает на 3° при перемещении на одну милю к западу, мы тем самым определяем одну из присущих температуре пространственных скоростей изменения. При рассмотрении величин, распределенных в пространстве и во времени, естественные математические законы выражаются дифференциальными уравнениями в частных производных, связывающими между собой скорость изменения величины во времени и скорости изменения величины в пространстве в предположении, что эти скорости можно определить в каждой точке, т. е. что и пространство и время бесконечно делимы. Таким образом, Лейбниц, ратуя за непрерывность физического мира, стал выразителем взглядов, диаметрально противоположных атомизму.

С тех пор развитие физики довело и атомизм и теорию, основанную на представлении о непрерывности мира и материи, до высокой степени совершенства и полной непримиримости, далеко превосходящих все, что было достигнуто в этом плане во времена Лейбница. Молекулы только что нельзя было увидеть; существование изолированных атомов ясно следовало из всей совокупности данных химии. За пределами атома новые перспективы атомизма открылись в обнаружении электронов, протонов и многих других новых элементарных частиц, связанных с процессами, происходящими в атомных ядрах. В то же время теория, исходящая из непрерывности, стала очень ценным и практически необходимым орудием для изучения динамики газов, жидкостей и твердых тел и для исследования света и электромагнитных явлений. Столкновение этих двух важнейших направлений человеческой мысли, казавшихся совершенно несовместимыми друг с другом, и породило некоторые из главных проблем современной физики.

Коллизия, о которой здесь идет речь, начала оформляться около ста лет назад, когда Клерк Максвелл заложил основы того, что сейчас называется кинетической теорией газов. Согласно этой теории, газ состоит из беспрерывно движущихся частиц, называемых молекулами. При этом движения молекул могут быть нескольких независимых типов: молекула может двигаться вверх и вниз, направо и налево, вперед и назад, и, кроме того, она

может вращаться вокруг вертикальной оси и вокруг двух горизонтальных осей. Перечисленные движения исчерпывают все возможности, если предполагать, что молекула представляет собой твердое тело; часто, однако, это предположение оказывается неприемлемым, так как молекула явно совершает еще и некоторые внутренние колебания, типичные для упругой системы. Сосчитаем теперь полное число типов движения, или, как их называют физики, число степеней свободы одной частицы. Складывая затем числа типов движений различных частиц, образующих газ, мы можем определить число типов движения, т. е. степеней свободы всего газа в целом. Максвелл заметил, что, когда газ находится в состоянии внутреннего статистического равновесия, каждый тип движения обладает в среднем определенной энергией, причем эта средняя энергия для всех типов движения оказывается одной и той же. Это обстоятельство составляет содержание важнейшей теоремы, позволяющей связать температуру газа с другими его свойствами.

Отсюда вытекает, что способность заданного объема газа поглощать энергию зависит от числа степеней свободы, приходящихся на единичные объемы. Мерой такой способности поглощать энергию является величина, называемая теплоемкостью. Зная теплоемкость, мы можем определить, сколько энергии будет содержать тело, находящееся в тепловом равновесии при заданной температуре. Если число степеней свободы, приходящихся на единицу объема, оказывается бесконечным, то это значит, что такое тело может поглотить бесконечное количество энергии, а температура его изменится лишь на конечное число градусов; иначе говоря, это означает, что, поглотив конечное количество энергии, такое тело вовсе не становится более горячим. Если мы применим эти рассуждения к случаю непрерывной среды, которая, естественно, всегда имеет бесконечное число степеней свободы, то получится, что непрерывная среда всегда имеет бесконечную теплоемкость, т. е. что понятие температуры к такой среде неприменимо.

Но Максвелл был не только основоположником описанной выше кинетической теории газов; помимо того, он создал также теорию, согласно которой распространение света и электричества представляет собой колебания некоторой непрерывной среды, называемой светоносным эфиром. Этот эфир, как любая непрерывная среда, поглощая тепло, не должен становиться более горячим. Но движения светоносного эфира представляют собой излучение, разными формами которого являются свет, рентгеновы лучи, тепловое излучение и т. д., поэтому максвеллова теория эфира несовместима с тем, что излучение может иметь температуру. Эта теория вполне удовлетворительна, если применять ее к свободному излучению, распро-

страняющемуся в пустом пространстве, но она исключает возможность достижения равновесия между светом и материей, имеющей определенную температуру, т. е. такого равновесия, которое тем не менее реально имеет место, например, в раскаленной печи. Таким образом, для изучения процесса излучения света материальными телами требуется что-то большее, чем одна только теория Максвелла. Это «что-то большее» и придумал Планк.

Планк обнаружил не только то, что излучение имеет температуру, но и то, что связь между этой температурой и характером соответствующего излучения задается определенной формулой, известной в настоящее время как формула Планка. Для того чтобы получить эту формулу, ему пришлось предположить, что излучение может получаться только вполне определенными малыми порциями, которые он назвал квантами. Работа Планка содержала, таким образом, первую формулировку квантовой теории современной физики.

Надо сказать, что девятисотые годы вообще оказались критическим периодом в развитии научного мышления. Совсем незадолго до этого времени даже наиболее прозорливые ученые предполагали, что будущее столетие будет посвящено дальнейшему уточнению существующих физических теорий и что отныне открытия будут изменять известные формулы лишь во все более и более далеких десятичных знаках. Но около 1900 года квантовая теория разрушила некоторые основные идеи о непрерывности, относящиеся к полю излучения. Статистическая механика Гиббса в это время уже начала заменять детерминизм закономерным индетерминизмом, а оптический опыт Майкельсона и Морли, показавший невозможность измерения скорости перемещения Земли относительно эфира, оказался существенным звеном в цепи идей, приведших Эйнштейна к созданию теории относительности.

Эйнштейн сформулировал теорию относительности в 1905 году, в том же году он внес существенный вклад в квантовую теорию. Он показал, что один из коэффициентов, характеризующих фотоэлектрический эффект — физическое явление, заключающееся в том, что поглощение или излучение света при некоторых условиях оказывается связанным с появлением электричества, — по величине и по размерности оказывается точно совпадающим со знаменитой постоянной, введенной Планком в квантовую теорию. Семь лет спустя, в 1912 году, датчанин Нильс Бор обнаружил, что эту же постоянную можно использовать для количественного описания процесса излучения света атомами раскаленного водорода.

Предложенная Бором теория излучения света атомом водорода была

блестящей, но отнюдь не совершенной. Фактически она являлась поразительным гибридом, полученным с помощью прививки некоторых черт квантовой теории, исходящей из представлений о разрывности материи, к теории планетных орбит — типичной классической теории, рассматривающей мир как нечто непрерывное. Из этого неестественного скрещивания и родилась принадлежащая Бору модель атома, успешно объясняющая целый ряд наблюдаемых количественных закономерностей, но теоретически лишенная какого-либо единства. К 1925 году, когда состоялось мое выступление в Геттингене, мир начал настойчиво требовать такой квантовой теории, которая объясняла бы все наблюдаемые явления и в то же время была бы единой теорией, а не лоскутным одеялом, состоящим из пестрых, ничем не связанных и философски противоречивых положений.

Я тогда ничего не знал о напряженном интересе, который вызывала в Геттингене противоречивость квантовой теории. Однако случилось так, что мой доклад касался вопросов, чем-то родственных квантовой теории — в нем также рассматривалось поле, в котором применение обычных законов не могло быть распространено на любые сколь угодно малые размеры. Как я уже говорил, тема моего доклада относилась к области гармонического анализа, т. е. разложения сложных движений на сумму простейших гармонических колебаний. Гармонический анализ, усиленно развивающийся все последние годы в целом ряде различных направлений, имеет древнюю историю, восходящую еще к Пифагору, интересовавшемуся музыкой вообще и колебаниями струн лиры в частности. Известно, что струна может совершать множество различных колебаний, самые простые и элементарные из которых и называются гармоническими колебаниями. Движение струны музыкального инструмента на самом деле не является точно гармоническим колебанием, но оно представляет собой простую комбинацию колебаний, поэтому в виде первого грубого приближения все-таки может считаться гармоническим.

Посмотрим теперь, что на самом деле обозначают нотные знаки. Положение ноты выше или ниже на пяти нотных линейках обозначает ее высоту, т. е. частоту соответствующего колебания, последовательность нот по горизонтали определяет порядок следования колебаний во времени. Временные обозначения на нотной бумаге указывают относительную длительность звуков и пауз — целые ноты, половинные, четвертные и т. д., а также абсолютную длительность. Таким образом, на первый взгляд создается впечатление, что система музыкальных обозначений характеризует колебания в двух взаимно независимых отношениях: по частоте и по длительности.

Более полное рассмотрение этого вопроса показывает, однако, что дело обстоит совсем не так просто, как кажется сначала. Число колебаний в секунду, указанное в обозначении ноты в виде характеристики ее частоты (или высоты), на самом деле также имеет отношение к временной протяженности. Поэтому частота ноты и ее распределение во времени взаимодействуют друг с другом весьма сложным образом.

В идеале простое гармоническое колебание — это нечто неизменно повторяющееся на протяжении всего времени от самого удаленного прошлого до самого удаленного будущего. В некотором смысле оно существует *sub specie aeternitatis*¹. Начало и окончание ноты неизбежно связаны с изменением ее частотного состава, может быть и малым, но всегда вполне реальным. Нота, длящаяся лишь ограниченное время, разлагается на целую полосу простых гармонических колебаний, и ни одно из этих колебаний нельзя рассматривать как единственно существующее. Уточнение положения звука на шкале времени связано с увеличением неточности в значении его частоты, и, наоборот, более точное указание частоты влечет за собой большую неопределенность во времени.

Эти соображения имеют отнюдь не только чисто теоретическую ценность — они реально ограничивают возможности музыканта. Никто не может сыграть жигу² на нижнем регистре органа. Если данной ноте соответствует частота в шестнадцать колебаний в секунду, а продолжительность равна одной двадцатой секунды, то получится всего одно сжатие воздуха, лишенное всяких следов периодичности. Естественно, что оно не прозвучит как определенная нота, а будет восприниматься барабанной перепонкой просто как отдельный толчок. При этом сложный механизм отражения импульсов, создающий музыкальное звучание органных труб, вообще не сможет даже начать действовать. В результате быстрая жига, сыгранная на нижнем регистре органа, окажется даже не плохой музыкой, а вообще не будет музыкой.

Связанный с этим парадокс гармонического анализа был важным пунктом моего доклада, сделанного в Геттингене в 1925 году. В то время я уже ясно представлял себе, что законы физики в каком-то смысле аналогичны музыкальным обозначениям и что изложенные выше соображения могут оказаться вполне реальными и важными, хотя их и не приходится слишком принимать всерьез, если ограничиться рассмотрением лишь временных интервалов, не меньших некоторого весьма малого промежутка времени.

¹Под знаком вечности (лат.).

²Старинный английский народный танец, отличающийся быстрым темпом.

Иными словами, я стремился подчеркнуть, что в музыке, как и в квантовой теории, имеется существенная разница между поведением, относящимся к очень малым интервалам времени (или пространства), и тем, что мы считаем нормальным поведением, выбирая при этом какой-либо привычный нам масштаб времени, и что безграничная делимость реального мира представляет собой понятие, которое в современной физике нельзя использовать без специальных оговорок.

Для того чтобы выяснить связь этих моих идей с реальным развитием квантовой теории, мы должны заглянуть на несколько лет вперед и обратиться ко времени, когда Вернер Гейзенберг сформулировал свой принцип двойственности или индетерминизма (неопределенности). В классической физике Ньютона частица может иметь в данный момент времени определенное положение и определенный импульс или, что почти то же самое, определенное положение и определенную скорость. Гейзенберг теоретически обнаружил, что в условиях, при которых положение частицы можно измерить с очень высокой точностью, ее импульс или скорость можно измерить только с малой точностью, и наоборот. Эта двойственность имеет точно ту же самую природу, что и двойственность между высотой и длительностью в музыке, и, действительно, Гейзенберг объяснил ее с помощью того же самого гармонического анализа, о котором я говорил в Геттингене по крайней мере на пять лет раньше.

Главную роль в создании и первоначальном развитии квантовой механики в Геттингене сыграли Макс Борн и Гейзенберг. Макс Борн был гораздо старше Гейзенберга, но, хотя в основе новой теории, несомненно, лежали его идеи, честь создания квантовой механики как самостоятельного раздела науки принадлежит его более молодому коллеге. Спокойный, мягкий человек, музыкант в душе, Борн больше всего на свете любил играть с женой на двух роялях. Ученый удивительной скромности, он получил Нобелевскую премию только в 1954 году, после того как сосватал нескольким своим ученикам темы, которые дали им возможность добиться этой чести гораздо раньше, чем ему самому.

Гейзенбергу в то время было немногим более двадцати лет, он совсем не отличался склонностью к самоотречению и вкусил радости успеха в самом начале карьеры. Постепенно он увлекся националистическими идеями, доставив своему учителю немало горьких минут. Борн переживал увлечение Гейзенберга особенно тяжело еще потому, что сам был евреем, а Гейзенберг в конце концов присоединился к нацистам. Это уже было в достаточной степени трагично для любого нормального человека, но к этому нельзя не

добавить, что когда после войны Борн уехал в Великобританию, его самым блестящим студентом был Клаус Фукс.

Как я уже говорил, моя геттингенская работа не осталась незамеченной. Гильберт, Курант и Борн роняли время от времени замечания, из которых можно было понять, что я получу на следующий год приглашение приехать на некоторое время в Геттинген. Борн собирался в ближайшем будущем прочесть курс лекций в Массачусетском технологическом институте, и я хотел воспользоваться этим временем, чтобы поработать с ним вместе.

Профессор Борн прибыл в Соединенные Штаты в состоянии крайнего возбуждения, вызванного новым построением квантовой теории атома, которое было только что предложено Гейзенбергом. Эта теория имела существенно дискретный характер, и математическим аппаратом, который она использовала, являлись квадратные массивы чисел, называемые матрицами. Разобщенность отдельных строк и отдельных столбцов этих матриц оказывалась связанной с разобщенностью отдельных спектральных линий в спектре атома. Но так как не все части спектра атома состоят из дискретных линий, Борна очень интересовала возможность обобщения таких матриц, или таблиц чисел, позволяющая прийти также к чему-то непрерывному, сопоставимому с непрерывной частью спектра. Подобное обобщение требовало большой специальной работы, и в этом вопросе он рассчитывал на мою помощь.

Я не могу здесь подробно рассказывать о своем участии в этой весьма специальной и в высшей степени абстрактной работе, которая в то же время была лишь переходным этапом в общем развитии квантовой теории. Скажу только, что я в то время уже был знаком с обобщением понятия матрицы, представляющим собой то, что теперь называют операторами. Борн испытывал глубокое недоверие к обоснованности моего метода и страшно хотел узнать, получают ли мои математические измышления одобрение Гильберта. Гильберт отнесся к ним очень благосклонно, и начиная с того времени операторы неизменно играют существенную роль в квантовой теории. Примерно тогда же их независимо ввел в квантовую теорию и Поль Дирак в Англии. Помимо того, операторы оказались весьма полезными для установления связи квантовой механики Гейзенберга с еще одной формой квантовой механики, одновременно предложенной венским профессором Эрвином Шредингером.

С тех пор квантовая механика вступила в активную фазу своего развития. Целая группа молодых ученых — Дирак, Вольфганг Паули, фон Нейман, все приблизительно того же возраста, что и Гейзенберг, — чуть ли не

каждый день делала какое-нибудь открытие в этой области. В такой обстановке лихорадочного напряжения мне, как всегда, работалось плохо. К тому же я не чувствовал никакой потребности заниматься вопросами, которыми интересовалось столько выдающихся ученых. Мне казалось, что некоторые философские идеи, вытекающие из моей старой работы о броуновском движении, можно с успехом использовать в квантовой механике; но проблемы, которые привлекали мое внимание, и тот круг вопросов, для разрешения которых я мог бы воспользоваться своим методом, в ближайшие двадцать лет так и не стали актуальными. В последние годы я снова вернулся к этой теме, на сей раз вместе с Арманом Зигелем из Бостонского университета, и у меня, наконец, появилась надежда сделать в этой области что-то полезное, что еще не успели сделать другие.

Рассказывая о своей работе — о той, которая уже сделана, и о той, которую еще предстоит сделать, — я все время помню (и читатель, надеюсь, тоже), что задача физики заключается сейчас совсем не в дальнейшем усовершенствовании уже существующей общей теории, основы которой совершенно ясны. Нынешняя физика представляет собой ряд отдельных теорий, которые еще ни одному человеку не удалось убедительно согласовать между собой. Кто-то очень хорошо сказал, что современный физик по понедельникам, средам и пятницам — специалист по квантовой теории, а по вторникам, четвергам и субботам — по теории относительности; в воскресенье он уже совсем не специалист, а просто грешник, истово молящийся богу, чтобы он кого-нибудь вразумил, желательно, конечно, его самого, и помог как-нибудь примирить эти две теории.

5

СТИПЕНДИЯ ГУГГЕНХЕЙМА. СВАДЕБНОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ В ЕВРОПУ

Последние годы мы с Маргарет виделись лишь от случая к случаю и оба чувствовали, что так дальше продолжаться не может. Преподавательская работа и собственная семья отнимали у нее почти все время. Мое же положение все еще было недостаточно прочным, чтобы я мог взять на себя обязательства женатого человека. Только признание, которого я добился в Германии, сразу же отразившееся на моем экономическом статусе в МТИ, позволило мне, наконец, всерьез подумать о женитьбе. На рождество Маргарет приехала в Бостон. Я снова сделал предложение, и на сей раз оно было принято. Мы решили пожениться и провести медовый месяц в Европе; оставалось уладить кое-какие мелочи.

Я должен был приехать в Европу в апреле и провести летний семестр в Геттингене. Но Маргарет в это время была еще занята. Она преподавала современные языки в колледже Юниата в Пенсильвании, и ей, конечно, не хотелось бросать работу за два месяца до окончания учебного года. Некоторое время мы подумывали о том, чтобы пожениться в Европе, но это было связано с таким количеством формальностей, что у нас не хватало духу приступить к хлопотам. Потом возникла идея воспользоваться услугами одного из европейских посольств США или прибегнуть к помощи капитана какого-нибудь американского корабля. Но осуществление этих планов тоже встретило серьезные затруднения. В конце концов, мы решили, что самый простой и благоразумный выход из положения — вступить в брак в Америке перед моим отъездом; Маргарет после этого должна была вернуться в колледж Юниата и летом встретиться со мной в Европе.

После отъезда Маргарет из Бостона на меня сразу навалилось столько дел, что я физически не мог как следует подумать о предстоящей поездке

в Геттинген и о новых проблемах, встававших передо мной с началом семейной жизни. Все это время я много встречался с различными людьми. Мне запомнилось, как вскоре после рождества Борны по какому-то случаю пригласили к себе домой целую группу молодежи из МТИ. В тот вечер они решили показать нам новую детскую электрическую железную дорогу, привезенную из Германии. Среди приглашенных оказалось несколько ученых и инженеров, имена которых со временем стали известны всем, имеющим дело с электричеством и электротехникой: Венивар Буш, возглавляющий сейчас институт Карнеги¹ в Вашингтоне, Мануэль Сандоваль Баллярта — юноша, помогавший переводить на французский язык мою статью, ныне вице-министр просвещения Мексики, а до этого профессор физики МТИ, и ряд других. Электрическую железную дорогу собрали, но, как только включили ток, трансформатор вспыхнул и сгорел. Как это ни странно, понадобилось довольно много времени, прежде чем будущие светила совместными усилиями установили причину происшествия. А дело было в том, что та часть города, где жили Борны, освещалась постоянным током, на котором не может работать ни один трансформатор.

В то время я был тесно связан с Вениваром Бушем. Он тогда без конца возился со своими электрическими вычислительными машинами, впоследствии сделавшими его знаменитым. Время от времени Буш приходил ко мне, чтобы о чем-нибудь посоветоваться, и я на свой страх и риск пытался ему помогать.

О моих занятиях гармоническим анализом я уже говорил. Даже в те далекие времена мне казалось, что гармонический анализ имеет широкие возможности практического применения. Сейчас это истина, не требующая доказательств, и, может быть, поэтому обобщенный гармонический анализ, как это будет видно из дальнейшего, до сих пор занимает в моей работе значительное место.

Однажды, когда я смотрел спектакль в старом Копли-театре, мне пришла в голову мысль, которая настолько меня увлекла, что я забыл обо всем, что делается на сцене. У меня возникла идея создать оптический вычислительный прибор для гармонического анализа. Я уже научился не пренебрегать случайными находками — все равно, кстати или некстати они приходились — и сейчас же ушел из театра, чтобы обдумать детали своего нового плана. На следующий день я обсудил его с Бушем.

¹Карнеги Эндрю (1835–1919) — известный американский промышленник; интересовался наукой; основал целый ряд научных институтов.

Замысел показался ему удачным, и мы попытались воплотить его в жизнь. Мое участие в работе ограничилось чисто теоретической деятельностью: трудно найти человека с более неловкими руками, чем у меня; я даже не способен кое-как соединить две проволоочки, чтобы восстановить контакт. Но зато Буш обладал не только прекрасной головой, но и руками, которые, казалось, тоже способны мыслить. Недаром он был одним из самых блестящих инженеров-прибористов, которых когда-либо знала Америка. Благодаря такому счастливому сочетанию наши попытки создать новый тип прибора для гармонического анализа уже на первых порах оказались вполне успешными, а с течением времени привели к еще более интересным результатам.

Наконец настала весна и подошло время собираться в Германию. Я считал, что приглашение в Геттинген — моя первая настоящая победа, и чувствовал себя на седьмом небе. Боюсь, что, давая интервью о предстоящей поездке, я наговорил много лишнего. У меня появилась ошущение, что я, наконец, вырвался из тисков неприязни, в которые меня зажали Биркгоф и Веблен, и я горел желанием как можно скорее приступить к выполнению своих новых обязанностей. Я ходил с видом победителя, безудержно хвастался и был, наверное, совершенно невыносим.

Мы с Маргарет обвенчались в лютеранской церкви в Филадельфии. Маргарет нужно было вернуться в колледж Юниата, чтобы закончить семестр, и нам предстояло разлучиться на несколько месяцев. Из Филадельфии мы уехали в Атлантик-Сити и авансом устроили себе на несколько дней медовый месяц. Потом Маргарет провожала меня на пароход. Мы приехали в Нью-Йорк и остановились в старом отеле Мерри Хил, служившем в течение многих лет штаб-квартирой заседаний Американского математического общества. мрачное старомодное здание, пышно отделанное мрамором и порфиром, больше всего напоминало мавзолей; обитали в нем почти исключительно престарелые дамы, от которых так и несло чопорностью прошлого века.

Чтобы как-то загладить удручающее впечатление от отеля, я повел Маргарет в театр. Нам необычайно повезло: мы попали на «Привидения» Ибсена — самую мрачную пьесу этого мрачайшего из драматургов. Когда впереди большое свадебное путешествие, такие пустяки не имеют значения, но нам предстояла довольно долгая разлука, и я боюсь, что Маргарет чувствовала себя не очень хорошо.

Приехав в Англию, я застал в Девоншире настоящую весну; примулы стояли уже в полном цвету. Я навестил Харди, который за это время

стал профессором в Оксфорде, и отправился на континент, остановившись в Геттингене у той же хозяйки, у которой жил в студенческие годы.

Я уже называл имя молодого математика Рихарда Куранта, которому после смерти Феликса Клейна досталась мантия административного вождя геттингенских ученых. Когда я в прошлый раз приезжал в Геттинген, Курант отнесся ко мне вполне благосклонно, но на этот раз от его дружелюбия не осталось и следа. Список гуггенхеймовских стипендиатов был опубликован в американских газетах. Как уже говорилось, я отнюдь не проявил по этому поводу излишней сдержанности. Интервью, которое я дал для газет, не укрылось от всевидящего ока Американского института в Берлине, и там начали усиленно выискивать факты, свидетельствующие о невольном поведении моего отца во время первой мировой войны.

Хотя до 1932 года представители нацистской партии не занимали официальных постов в Германии, крайне националистические элементы уже пользовались в стране большим влиянием и всячески терроризировали либерально настроенные круги университетской профессуры. Дело осложнялось еще тем, что немецкие университеты были государственными учреждениями и подвергались дополнительному нажиму со стороны зараженных национализмом высокопоставленных чиновников. Но, с другой стороны, Курант, например, изо всех сил добивался благосклонности Соединенных Штатов. В то время фонд Рокфеллера живо интересовался восстановлением научной жизни в Европе. В области математики первым объектом своей благотворительности фонд избрал Геттингенский университет. Поскольку Геттингенский университет действительно был тогда крупнейшим мировым центром математической мысли, в этом не было, конечно, ничего удивительного. Как я потом узнал, существовал проект создать здесь новый, хорошо оборудованный математический институт, и в связи с этим немного позднее меня в Геттинген должен был приехать Биркгоф.

Я не завидовал Куранту: он очутился между молотом и наковальней. Но мне из-за этого тоже приходилось несладко. Курант относился ко мне с нескрываемой холодностью, и данные мне раньше обещания в большинстве своем так и остались невыполненными или же выполнялись в совершенно неприемлемой для меня форме.

Курант не скрывал недовольства по поводу моего выступления в газете и не выражал ни малейшего желания дать мне место ассистента. Это означало, что официально я не мог считаться сотрудником Геттингенского университета, как это раньше предполагалось. Правда, против того, чтобы я читал лекции в неофициальном порядке, Курант не возражал. После

некоторых препирательств он даже нашел какого-то молодого способного математика, который согласился помогать мне готовить лекции на немецком языке при условии, что я буду платить ему из собственных средств.

У меня было ощущение, что я повис в воздухе. Унизительность положения, в которое я попал, чуть не довела меня до тяжелого нервного расстройства. Отчасти поэтому мои лекции оказались гораздо слабее, чем я надеялся, и по содержанию и по форме изложения. Не окажись около меня нескольких американских и английских друзей, я бы совсем пал духом. Кляйн, Ингем и еще два-три человека всеми силами старались меня ободрить: подолгу гуляли вместе со мной, посещали мои лекции, когда уже почти все немецкие студенты и преподаватели давно потеряли к ним интерес.

Ближе всех из американцев был мне Кляйн, немец по национальности, пенсильванец по рождению. Много лет спустя он стал секретарем Американского математического общества и заведующим кафедрой математики Пенсильванского университета. Кляйн жил в Геттингене вместе с женой и маленьким сыном, и я стал почти что членом их семьи, пока приезд Маргарет не снял с них этого бремени.

Из англичан я ближе всего сошелся с Ингемом. В то время этот неподходяще робкий человек был преподавателем Лидского университета; позднее он стал членом совета Королевского колледжа в Кембридже. Ингем уже тогда начал свои замечательные работы по теории чисел, и именно он открыл мне путь, который привел к некоторым из моих лучших результатов.

В теории обобщенного гармонического анализа оставалось несколько вопросов, на которые мне так и не удалось дать достаточно удовлетворительные ответы. Мне явно не хватало некоторых фактов, и я без конца доказывал какие-то теоремы, очень близкие к тому, что мне требовалось, но в конечном счете все-таки оказывавшиеся для меня бесполезными. Ингем обратил мое внимание на то, что многие сходные задачи в свое время решили Харди и Литлвуд при помощи метода, который они назвали методом тауберовых теорем. Сами тауберовы теоремы — это некоторые утверждения из области математического анализа, целиком относящиеся к технической стороне математики, и я не собираюсь излагать их в этой книге, не рассчитанной на специалистов. Скажу только, что знакомство с этими работами Харди и Литлвуда принесло мне большую пользу: еще раз бросившись в бой, я на сей раз выиграл сражение. Мне удалось не только заполнить брешь в своей более ранней работе, но и продвинуться вперед, добившись серьезных упрощений в целом ряде важных вопросов, относящихся к теории целых чисел.

Под влиянием дружбы с Ингемом и Кляйном у меня возникла фантастическая идея возродить клубы американского и английского сообщества. В студенческие годы эти два старых геттингенских клуба значили для меня очень много. Я надеялся — и Кляйн целиком меня поддерживал, — что восстановление американского клуба будет способствовать улучшению отношений между Соединенными Штатами и Германией. Взявшись за дело, мы обратились за помощью к одному из мелких университетских администраторов.

Хуже мы ничего не могли придумать. Этот администратор, оказавшийся какой-то подозрительной личностью, познакомил нас с группой немецких студентов, которые, как я потом понял, были просто нацистами; он же позаботился о том, чтобы наши планы не остались тайной для местной прессы.

Все это дошло до Куранта и привело его в страшную ярость. Несчастный, который нам помогал, на собственной шкуре понял, чего стоит презрение, которое немецкие профессора питают к мелкому университетскому люду. Но разразившаяся буря не обошла стороной и нас; мое положение в университете стало, конечно, еще более шатким.

Я надеялся, что признание моих заслуг в Геттингене поможет мне сбросить гнет непреодолимой враждебности Биркгофа, который я постоянно ощущал в Америке. Но случилось так, что Биркгоф собственной персоной пожаловал в Геттинген и из всех американцев он был как раз тем человеком, в чьей поддержке Курант нуждался больше всего.

В надежде, что я помогу ему завоевать расположение Биркгофа, Курант попытался приблизить меня к себе. Мне пришлось объяснить ему, что я не имею никакого влияния на Биркгофа и даже, наоборот, вызываю у него чувство неприязни. Во время визита Биркгофа я старался держаться подальше, считая, что его отношения с Курантом касаются только их двоих.

Как только учебный год в Соединенных Штатах закончился, Маргарет села на пароход, направлявшийся в Европу, чтобы присоединиться ко мне в Геттингене. Я встречал свою жену в Гавре. Мы провели несколько дней в Париже, совершили небольшое путешествие по Голландии и приехали в Германию. Мои дела находились в самом плачевном состоянии. Думаю, что для Маргарет, молодой женщины, начинающей семейную жизнь и еще плохо знающей своего мужа, это было тяжелым ударом. Мало того, что ей ежеминутно приходилось утешать меня; оказалось, что она должна еще постоянно напоминать нашей хозяйке о том, что у нее есть определенные обязанности, и требовать, чтобы она хоть иногда их выполняла. Отноше-

ния с Курантом были безнадежно испорчены, и это делало мое положение в Геттингене крайне неустойчивым; но несмотря ни на что Маргарет мужественно старалась спасти все, что еще окончательно не погибло.

Вскоре после приезда мы устроили запоздалый свадебный обед в одном из знаменитых геттингенских погребков. Кельнер, который нас обслуживал, сделал все, что было в его силах, чтобы вина не уронили чести заведения и в то же время не обошлись нам слишком дорого. Он прекрасно знал, что после первой бутылки изысканность перестанет интересовать наших гостей, и посоветовал для второй и третьей перемены заказать более дешевые вина. В качестве свадебного подарка друзья преподнесли нам очень красивую скатерть с набором салфеток.

Вскоре мои родители тоже приехали в Европу. Им, конечно, хотелось лично присутствовать на моем предполагаемом триумфе, а кроме того, нельзя же было оставить молодоженов совсем без родительского надзора. Я и так попал в довольно затруднительное положение, с приездом же отца и матери все окончательно запуталось. Я не знал, надо ли рассказывать им о моем провале, а главное, стоит ли обсуждать причины постигшей меня неудачи, — я уже говорил, что определенную роль тут сыграли политические взгляды отца, тем более, что в Германии нас не очень различали. Выдержка и осмотрительность не в моем характере, мне всегда легче сразу выложить то, что у меня на душе. Я рассказал отцу все. Тем, что касалось лично его, отец был страшно задет, но он не слишком ломал голову, размышляя, как помочь своему сыну. Все мои попытки убедить его не выражать лично свое возмущение геттингенским ученым и влиятельным чиновникам от образования оказались тщетными; в результате неделя, которую мы вместе прожили в Геттингене, прошла не очень-то радостно.

Нам с Маргарет хотелось провести летние каникулы в Швейцарии. Как-то раньше, путешествуя по Европе вместе с Бертой, я останавливался в Бенигене, маленьком городке, по соседству с Интерлакеном¹. Сюда-то мы и отправились. Немного позднее из Геттингена приехала семья Кляйнов и остановилась в том же небольшом отеле, где жили мы. Я делил свое время между прогулками по предгорьям Альп и игрой в шахматы с нашим хозяином, дружелюбным виноторговцем, с которым у нас сложились наилучшие отношения. Но внезапно мирное течение нашей жизни было нарушено безапелляционным требованием родителей приехать к ним в Инсбрук, в Тироль.

¹Город в Швейцарии в Бернском кантоне.

Нам с Маргарет, как и всем начинающим совместную жизнь, нужно было какое-то время, чтобы приладиться друг к другу и, прежде всего, по-настоящему познакомиться. Естественно, что, когда за тобой постоянно следит недремлющее родительское око, это в тысячу раз труднее. Но за все эти годы я настолько привык к своему рабству, что не посмел ослушаться.

Инсбрук с его живописными окрестностями, прекрасными местами для прогулок и маленьким театром показался нам очаровательным, зато родителей мы застали в самом воинственном настроении. Отец требовал, чтобы я немедленно послал решительный протест прусскому министру просвещения. Я понимал, что это совершенно пустая затея. Кто, как не министр просвещения, был источником всех моих бед! Однако не так легко преодолеть годами сложившуюся привычку. Я подчинился. Подчинился, хотя понимал, что делаю глупость и проявляю совершенно недостойную слабость. Но даже после этого прошло еще немало лет, прежде чем Маргарет удалось взрастить во мне некоторую духовную независимость и воспитать в своем муже сознание главы семьи.

В конце концов мы уехали на три недели в Италию, и тут начался наш настоящий медовый месяц. Сначала мы немного побывали в Больцано. Эта община только недавно перешла к Италии, и жители были, конечно, недовольны переменами; до этого она относилась к Южному Тиролю и называлась Бозен. Потом — тоже недолго — мы пожили среди пропыленных оливковых рощ на берегу Лаго ди Гарда¹. А затем поехали в Венецию. Прославленные каналы вместо улиц, сокровища архитектуры, на которые в этом городе натыкаешься на каждом шагу, удивительный Лидо² — все здесь казалось нам сказкой. У нас было ощущение, что мы попали в какую-то волшебную страну. Иллюзию нарушала только хандра, которая грызла меня из-за геттингенских дел.

Маргарет пришлось нелегко. Оказалось, что она вышла замуж за неврастеника, и как раз в тот момент, когда он находился в состоянии тяжелой депрессии. А тут еще мои родители вместо того, чтобы помочь ей осознать всю сложность стоящей перед ней задачи, всячески скрывали мою внутреннюю неустойчивость.

После Венеции мы побывали во Флоренции и Риме. Флоренция показалась нам городом почти неправдоподобной красоты и удивительного своеобразия; несмотря на все внутренние тревожения, мы вполне оценили и то и другое.

¹ Озеро в Ломбардии на севере Италии.

² Остров, отделяющий Венецианскую лагуну от остальной части Венецианского залива.

Наконец настал день, когда мы вынуждены были принять какое-то окончательное решение о нашем дальнейшем маршруте. Я мог пробыть за границей еще полгода — до января 1927 года. Ближайшее будущее было совершенно ясно: нас ждал съезд Немецкой лиги содействия развитию науки в Дюссельдорфе. Но что делать дальше? Пресытившись радостями геттингенской жизни, мы решили воспользоваться радушием города Копенгагена. Харальд Бор не возражал, чтобы я поработал вместе с ним, и я был полон решимости взять реванш за поражение, которое я потерпел в Германии.

До Дюссельдорфа мы добирались в страшной спешке, совершив утомительное путешествие сначала через Швейцарию, а потом по берегам Рейна. В Дюссельдорфе я выступил с докладом, и это помогло мне завязать много новых приятных знакомств с немецкими учеными. Среди них был молодой преподаватель Кильского университета Роберт Шмидт. Он выполнил очень интересную работу о тауберовых теоремах, близкую по духу к тому, чем я сам занимался в это время. Мы решили объединить наши усилия. Шмидт, между прочим, указал мне, что общая тауберова теорема, которую я все последнее время стремился доказать, может оказаться крайне ценной для теории чисел и, в частности, для задачи о распределении простых чисел, т. е. таких, которые, как, например, 2, 3, 5, 7, 11, не имеют других делителей, кроме единицы и самого себя.

В конце 90-х годов прошлого века два больших математика Адамар и де ла Валле-Пуссен из Лувена доказали, что количество простых чисел, меньших, чем некоторое большое число n , приблизительно равно $\frac{n}{\ln n}$.¹ Предложенные ими доказательства были вполне строгими, но очень сложными. Сама теорема, которую они доказали была известна уже давно. Задолго до того, как Адамар и Валле-Пуссен добились успеха, многим казалось, что они вот-вот ее докажут. Особенно близко к доказательству этой теоремы подошел великий немецкий математик Риман, работы которого относятся к третьей четверти XIX столетия. Риман высказал некоторое предположение, из которого — если только оно было верным — следовала гораздо более точная оценка распределения простых чисел. Сам он, однако, не сумел строго доказать это предположение.

Теперь передо мной лежала прямая дорога, и мне казалось, что надо только тронуться в путь, чтобы с помощью моих методов получить одно

¹Под $\ln n$ здесь понимается так называемый натуральный логарифм числа n — логарифм при основании $e = 2,71828\dots$, где e — специальное число, играющее очень большую роль в высшей математике. Натуральные логарифмы получаются из обыкновенных десятичных логарифмов умножением на число $c = 2,302\dots$ — *Прим. ред. перв. изд.*

или даже несколько более простых доказательств теоремы о простых числах. Эту задачу указал мне Шмидт, и он же посоветовал мне попытаться подтвердить или опровергнуть гипотезу Римана. Из этих двух задач вторая гораздо труднее первой, и все попытки справиться с ней привели меня к уверенности, что это не в моих силах.

За время пребывания в Копенгагене я несколько раз ездил к Шмидту в Киль. Сначала он очень пылко относился к моему новому методу, но постепенно потерял веру в то, что я делаю, и совершенно устранился. На первых порах в моем доказательстве действительно были пробелы, но уже тогда было ясно, что в конце концов их удастся заполнить. Отказавшись от участия в работе, Шмидт оказал мне большую услугу. Я получил возможность совершенно самостоятельно трудиться в очень интересной области, и результатом этого явилась если не самая лучшая, то, во всяком случае, одна из лучших работ, принесшая мне гораздо большую известность, чем все, что я делал до тех пор.

Курант приезжал на съезд в Дюссельдорф и уговаривал меня провести еще один семестр в Геттингене. Я сказал ему, что не вижу в этом никакого смысла. Мы с Маргарет совершили небольшое путешествие по Бельгии и поездом возвратились в Копенгаген, страшно устав от этой поездки.

Чтобы попасть в Копенгаген на поезде, нужно от Варнемюнде до Гесера ехать на железнодорожном пароме. Мы путешествовали в третьем классе и провели ужасную ночь в салоне с выкрашенными красной краской стенами и торчащими над головой бимсами¹ из нетесаных бревен. Если у вас есть настроение предаться размышлениям о всех своих былых прегрешениях и упущенных возможностях, более подходящего места нарочно не выдумаешь. Сбившиеся в кучу пассажиры спали в самых неудобных позах, а раскачивающиеся фонари отбрасывали на пол зыбкие тени, колеблющиеся в такт убаюкивающему движению судна и скрипу досок.

Мы добрались до Копенгагена еле живые от усталости и проспали целый день, но вскоре я полностью пришел в норму, нанес визит Харальду Бору и занялся приготовлениями к работе. Мы часто бывали у Боров. Я вспоминаю, что у одного из них, кажется у Нильса, дома на стене висела фарфоровая тарелка с изображениями обоих братьев в детском возрасте. С годами их наружность сильно изменилась, но тут они больше всего напоминали двух подпасков. Одна из постоянных посетительниц этого дома — профессор классических языков Копенгагенского университета, женщина, непрестанно курившая большие черные сигары, — рассказала нам, что од-

¹ Поперечные балки, поддерживающие палубу.

нажды кто-то из друзей выразил мадам Бор соболезнование по поводу того, что у нее такие неудачные дети. Если вспомнить, что благодаря своим научным заслугам Нильс Бор стал национальным героем Дании и получил право жить в знаменитом дворце копенгагенского пивовара¹, а Харальд Бор — безусловно самый выдающийся из математиков, родившихся в Дании, то эта история кажется, мягко выражаясь, несколько смешной.

Копенгаген — удивительно приятный город. Живя в нем, мыслящий человек может наслаждаться всеми благами европейской столицы и одновременно радоваться уюту маленького городка. Все интересующиеся наукой знакомы друг с другом, и это создает какую-то особенно приятную атмосферу.

Боры очаровали нас своей любезностью; их друг профессор Нерлунд, с которым я раньше встречался в Страсбурге, тоже отнесся к нам с большой теплотой. Высокий, красивый мужчина с бородкой, Нерлунд оставил чистую математику ради того, чтобы возглавить геодезическую службу в Гренландии; в Копенгагене его дом постоянно посещали обветренные капитаны с Арктики. Его жена, красота которой так поразила меня в Страсбурге, с тех пор не изменилась; она нянчилась с нами больше всех. Мы решили изучить датский язык и брали уроки у одного школьного преподавателя, который немного жил в Соединенных Штатах. Г-жа Нерлунд тут же пришла нам на помощь и взялась читать с нами сказки Андерсена в оригинале. У нее была удивительно приятная манера чтения, которая в соединении с нежностью и благозвучием датского языка придавала этим сказкам особое очарование.

В Копенгагене я главным образом занимался тауберовыми теоремами и теорией чисел; одновременно я сделал несколько попыток разобраться в двух-трех важных вопросах гармонического анализа. Приезд в этот город оказался для меня истинным спасением, и я с удовольствием отдыхал здесь после сумятицы Геттингена.

Я уже говорил, что мы ненадолго уезжали из Копенгагена в Германию. Моя жена навещала там своих родственников, а я работал с Робертом Шмидтом. Вернулись мы как раз к рождественским и новогодним праздникам, которые в Дании продолжаются довольно долго. Две недели все заняты только приемами, и множество людей с огромным удовольствием ходит взад и вперед по узким, обычно весьма деловым улицам Стройета².

¹Винер имеет в виду дворец широко известного в Дании пивовара Якоба Христиана Якобсена (1811–1887), основавшего один из крупнейших датских научных фондов и завещавшего свой дом почетным гражданам, прославившим Данию.

²Деловой район Копенгагена.

Наконец настало время отъезда. Мы возвращались в Штаты через Англию. Одна из американских приятельниц Маргарет училась в Лондоне, у нее мы и остановились. Стояла мягкая зима. Зная, что замечания Харди могут быть мне весьма полезны, я воспользовался благоприятным течением обстоятельств и побеседовал с ним о своей работе. Добравшись до Америки без всяких приключений, мы решили отложить устройство собственного дома и остановиться на несколько дней у Констанс.

6

ТВОРЧЕСКИЕ УСПЕХИ И РАДОСТИ. 1927–1931

Мы жили у сестры на Плезент-Стрит в Бельмонте¹. Как раз перед нашим приездом над городом пронеслась снежная буря, и я помню, как умиротворяюще действовало на меня приглушенное скрипение снега под тяжелыми цепями машин². Потом начались поиски пристанища. В конце концов мы нашли квартиру неподалеку от Арлингтон Лайн, и я попытался овладеть искусством создания домашнего уюта. Постепенно я достиг некоторых успехов в качестве истопника и даже научился полировать мебель, но у меня явно не хватало природных данных для такого рода деятельности, и она так никогда и не стала моей *métier*³.

В МТИ появился новый сотрудник — голландский математик Дирк Ян Стройк (я встречался с ним в Геттингене). Он приехал в Штаты на несколько месяцев раньше меня и уже с головой ушел в работу. Стройк быстро стал своим в тесном кружке сотрудников нашей кафедры, и я начал изучать его работы по дифференциальной геометрии. Через некоторое время мы вместе попытались применить его идеи к дифференциальным уравнениям, в частности к уравнению Шредингера (основному уравнению квантовой механики). Хотя то, чем мы занимались, лежало в стороне от главного направления, по которому шло тогда развитие математики, нам удалось получить несколько любопытных теорем. Наша работа отнюдь не явилась событием, вызвавшим бурю откликов, но через несколько лет ее заметили, и с тех пор, по-прежнему не пользуясь широкой известностью, она продолжает время от времени привлекать внимание ученых.

Лето мы проводили вместе со Стройками в нашем любимом городке Сэндвич в Нью-Хемпшире. В качестве штаб-квартиры был избран один из

¹Город в штате Массачусетс.

²В США после больших снегопадов на колеса автомобилей надевают цепи.

³Специальностью (франц.).

пансионеров, известный нам с незапамятных времен. Маргарет была беременна и жестоко страдала от крапивницы; волей-неволей ей пришлось отказаться от участия в наших прогулках. Зато мы со Стройком облазили все окрестные горы и даже устроили большую экскурсию в Президентшиале¹, вернувшись оттуда с роскошной щетиной до самых глаз. Стройк сейчас же сбрил бороду — она делала его похожим на одного из стариков Рембрандта. А меня Маргарет понемногу подстригала, пока я не стал обладателем той скромной бородки, которую ношу по сей день.

В Сэндвиче у нас было немало друзей среди соседей. Например, Клэр Джордж, богатая эксцентричная старая дева, больше похожая на мужчину, чем на женщину; Клэр питала горячую любовь к брюкам (зadolго до того, как они вошли в моду среди дам) и, оставаясь вдвоем с Маргарет, тайком курила папиросы. Мы часто встречались с ней у наших друзей Корлиссов. Луис Корлисс, инженер с дипломом Корнельского университета, работал когда-то в фирме «Гироскопы Сперри». Потеряв подряд нескольких близких и чувствуя, что постоянное переутомление губит его собственное здоровье, Корлисс разом отказался от карьеры инженера и от жизни в современном промышленном городе с его вечной суматохой и толчеей. Он поселился в загородном доме своих родителей и зажил жизнью фермера. В те времена Корлисс был вдовцом, вместе с ним жили его мать и бабушка. Вся семья относилась к нам с теплым дружелюбием, и мы до сих пор близкие друзья. Бабушка Корлисса умерла лет двадцать назад, а Луис женился на сиделке, которая ухаживала за ней перед смертью. В летние месяцы их дочь Джанет Корлисс стала моим преданным секретарем и помогала мне в работе над рукописью этой книги.

Клэр Джордж и мать Луиса Корлисса знали, как я люблю Сэндвич, и видели, что моя жена вот-вот начнет относиться к этим местам так же, как я. Мы с Маргарет собирались иметь детей, и нам обоим хотелось, чтобы они могли наслаждаться привольем сельской жизни, тем более, что каждый из нас в детстве так или иначе имел эту возможность. Короче говоря, наши друзья начали обследовать окрестности в поисках подходящего летнего жилища. Вскоре им удалось найти свободный дом, расположенный на одном из холмов около дороги, ведущей к пруду Беар Кемп. Дом был в довольно хорошем состоянии, так как, очевидно, недолго стоял пустым. Стоило нам с Маргарет обойти заросшие лужайки и взглянуть через затянутые паутиной окна на великолепно распланированные комнаты, как мы сейчас же поняли — это то, что нам нужно.

¹Одна из цепей Белых гор, расположенных в северной части Нью-Хемпшира.

Мы разузнали фамилию человека, которому было поручено присматривать за домом, и связались с юристом. Обесценивание земельных участков в этих краях началось еще во времена гражданской войны и с тех пор так и не приостановилось; цены на недвижимость были неправдоподобно низкими. Тем не менее мы не могли немедленно выплатить сумму, которую у нас попросили, хотя было совершенно ясно, что в течение ближайших лет мы справимся с этой задачей. Вопрос о нашей летней резиденции был, таким образом, решен.

Вскоре к нам в гости приехали мои родители. Мы показали им дом, который собрались приобрести. Отец и мать горячо одобрили наш план и даже помогли его осуществить. Отныне каникулы в Уайт Маунтинс всегда означали для нас желанный отдых от напряженной жизни МТИ, и, кроме того, теперь мы знали: у наших детей будет возможность радоваться деревенской свободе. А это, по-моему, жизненно важно для каждого ребенка.

Но и нам с Маргарет этот дом был необходим не меньше, чем детям, которых мы ждали. Преподавание в высшей школе отнимает много сил, а когда, кроме этого, занимаешься еще исследовательской работой, чувствуешь себя загруженным до предела. Чтобы плодотворно заниматься наукой, мне прежде всего нужно иметь возможность обмениваться мыслями с другими учеными. Но это только предварительная часть работы. После того как она завершена, все мое внимание устремляется на то, чтобы изложить свои идеи в сжатой и удобопонятной форме. Тут очень важно, чтобы ничто не мешало и не отвлекало. Лучше всего мне пишется, когда интенсивная умственная работа чередуется с какими-нибудь простыми неинтеллектуальными удовольствиями, т. е. когда часть времени я пишу, а часть брожу по окрестностям, общаюсь со своими друзьями нематематиками, плаваю или валяюсь на берегу реки.

Многие думают, что длительный летний отпуск преподавателей высшей школы — это что-то вроде дополнительного куска пирога на третье, некая побрякушка, которая дается интеллигенции, чтобы компенсировать ее незначительный заработок и скромное социальное положение. Как это далеко от истины! Интенсивная исследовательская работа изматывает до предела. Если ученый лишится возможности отдыхать с такой же полнотой, с которой он отдается работе, это сразу же скажется на качестве его статей.

Я вовсе не хочу сказать, что продолжительный отпуск нужен только ученым. Я совершенно уверен, что чрезмерно напряженный ритм работы и явно недостаточное время для отдыха виной тому, что наиболее талантливые люди, работающие в нашей промышленности, так быстро изнашива-

ются. Эти проблемы приобрели особую остроту со времени войны. Тогда все считали, что в такое тяжелое время даже мысль об отдыхе равносильна измене. Я убежден, что наше стремление поддерживать ускоренный ритм жизни — чистое безумие; в конце концов это приводит просто к растранижению человеческих ресурсов.

В следующем учебном году (1927–1928) родилась моя старшая дочь Барбара. Волей-неволей мне пришлось заняться изучением сложной методики ухаживания за грудным младенцем и обучаться развешиванию наших новых опознавательных знаков, состоящих из гирлянды мокрых пеленок. Увы, я справлялся с этими новыми обязанностями без блеска.

Летом мы перебрались в новое жилище уже вместе с новоявленным членом семьи. Отец дал мне свой седан¹ марки «Т», о котором давно плакало автомобильное кладбище, и в несколько приемов мы перевезли необходимую мебель. В те далекие времена в нашем доме не было не только телефона и электричества, но даже кухонной плиты. Смеси для Барбары готовились прямо в камине, и тут же стряпалась какая-нибудь примитивная еда для нас. Так продолжалось до тех пор, пока мы не приобрели, наконец, подержанную двухкомфорочную плитку с нефтяной горелкой. Водопровода у нас нет до сих пор, но с помощью цистерны для воды и насоса мы прекрасно обходимся без него.

Отправляясь на берег Беар Кемп, мы обычно брали с собой Барбару; и она, и наша вторая дочь Пегги так и росли в воде, как лягушата. Пляж у пруда фактически не имел владельца, и сюда собирались все окрестные жители с детьми самого разного возраста. Я часто собирал ребят и надолго уходил с ними в горы; сейчас, приезжая на Беар Кемп, я встречаю здесь уже детей своих бывших спутников.

Летом к нам в гости приехали Кляйны. Им так у нас понравилось, что в конце концов они решили обосноваться где-нибудь по соседству; сначала Кляйны просто снимали коттедж, потом купили его. Я уже писал, что в то время, когда мы приобрели свой дом, Уайт Маунтинс переживал пору экономического упадка. Никаких видов на развитие сельского хозяйства здесь не было, зато с течением времени этот уголок Нью-Хемпшира стал популярным местом летнего отдыха. Ежегодно сюда съезжалась большая группа людей среднего достатка, среди которых было немало университетских и институтских преподавателей. Многие из них теперь уже оставили работу и проводят большую часть времени, радуясь мирным окрестностям Сэндвича. Сейчас здесь вполне можно было бы, не приглашая никого со

¹ Автомобиль с закрытым кузовом, приспособленный для перевозки грузов.

стороны, подобрать штат преподавателей для филиала какого-нибудь большого университета.

Мое положение в научном мире постепенно укреплялось. После женитьбы я почувствовал, что враждебное отношение математиков несколько смягчилось. Но мне предстояло взять еще не один барьер. Биркгоф принципиально не желал расстаться со своим предубеждением, и его антипатия лишала меня возможности претендовать на целый ряд интересных должностей. Это было время, когда положение преподавателей колледжей в Соединенных Штатах в целом значительно улучшилось — большинство моих товарищей даже начало уже кое-что откладывать на черный день. В этой ситуации враждебность Биркгофа обходилась мне довольно дорого: хотя в МТИ я неуклонно продвигался вперед, было совершенно ясно, что, имея я какие-нибудь серьезные предложения из других институтов, мое положение и здесь было бы гораздо более прочным.

Поскольку рассчитывать на быструю карьеру в Америке мне, очевидно, не приходилось, я начал подумывать о возможности устроиться за пределами Соединенных Штатов. В университетах Англии и британских колоний существовало правило объявлять в печати о появлении вакансий и затем рассматривать все поступающие заявления. На самом деле обычно это была пустая формальность: в большинстве случаев объявление появлялось лишь тогда, когда решение по поводу имеющейся вакансии было уже принято. Печатались эти объявления на последних страницах «Природы» (*Nature*) и в других английских научных журналах. Просмотрев некоторые из них, я предложил свои услуги Королевскому колледжу в Лондоне и одному учебному заведению в Австралии, но, как и следовало ожидать, из этого ничего не вышло. Тем не менее тот факт, что я предпринимаю какие-то шаги для улучшения своего положения, безусловно был полезен для моего продвижения в МТИ.

Приблизительно в это время состоялось летнее заседание Американского математического общества в Амхерсте¹. Мы поехали вместе с Маргарет, и оба получили большое удовольствие. В Амхерсте я часто виделся с одним из своих геттингенских знакомых Я. Д. Тамаркиным. Ему нравились мои работы, и он был одним из самых горячих и преданных моих защитников. Тамаркину больше чем кому бы то ни было я обязан тем, что в Америке ко мне постепенно начали относиться как к серьезному ученому.

Блестящий математик, он принадлежал к тому поколению богатой русской интеллигенции, которое успело насладиться жизнью до начала первой

¹Город на западе штата Массачусетс.

мировой войны. Попав в Америку, Тамаркин пытался продолжать традиции расточительного хлебосольства старой России. Он эмигрировал с риском для жизни, зато благодаря стараниям профессора Р. Дж. Д. Ричардсона его ожидал самый радушный прием в Броуновском университете. Тамаркин отличался большой требовательностью и все-таки радовался своим работам еще в те времена, когда американцы относились к ним с полным пренебрежением.

В эти годы Харди довольно часто бывал в Соединенных Штатах. Ему тоже нравилось то, что я делаю; благодаря ему и Тамаркину я начал приобретать в Америке известность. Так что своим признанием я, увы, обязан не моим соотечественникам, о чем и помню по сей день.

Время, которое я провел в Америке между поездками 1926 и 1931–1932 годов, совпало с годами процветания, пришедшимися на президентство Кулиджа, и с последующей депрессией. Даже в нашей сугубо академической среде, сравнительно мало связанной с внешним миром, явственно ощущалось влияние этих двух столь различных периодов. Я уже говорил, что в годы бума преподаватели Гарвардского университета начали получать значительно большее жалованье, чем прежде. В МТИ ставки остались прежними, но многие считали, что постепенно их тоже поднимут и, если даже мы не догоним Гарвард, то все-таки пропасть между нами будет уничтожена. В связи с этим многие профессора университета и МТИ только и говорили, что о фондовой бирже, и вели себя, как настоящие капиталисты. Как только пять-шесть человек собирались вместе, немедленно начинались споры о каких-нибудь акциях, особенно ходких в этот день. Некоторые из моих младших товарищей гораздо внимательнее следили за курсом своих ценных бумаг, чем за курсом лекций, которые они читали.

Я никогда по-настоящему не верил в бум, несмотря на то, что каждый день сталкивался с разнообразными проявлениями нового уклада жизни. Слишком много ценностей вокруг были, по существу, мыльными пузырями, и я уже тогда понимал, что они могут лопнуть в любую минуту. Фермеры занялись разведением чернобурых лис, хотя первый же намек на кризис должен был полностью лишить их рынка сбыта; некоторые из моих товарищей пытались увеличить доходы, выводя экзотические породы собак и сиамских кошек, хотя было совершенно ясно, что им грозит та же опасность. Земельный бум во Флориде, мода на штейбеновское стекло и старинную мебель — все это были явные признаки того же мифического процветания. У нас никогда не хватало денег на такого рода увлечения, и, честно говоря, я не чувствовал к ним особой склонности. Я считал, что бум кончится кра-

хом и гибель искусственных богатств разрушит всю систему, которая уже начала пускать корни и разрастаться, как цветущее лавровое дерево.

Возникновение химерических ценностей в финансовом мире вызвало к жизни множество столь же сомнительных моральных ценностей. Я был страшно шокирован, увидав однажды на страницах солидного американского журнала панегирик шведскому спичечному королю Ивару Крюгеру, и уже совсем не ожидал, что подобные вещи возможны в академических кругах. Я страстно желал, чтобы спад деловой активности как можно раньше прекратил горячку массового продвижения по общественной лестнице, так как чувствовал, что иначе неизбежная катастрофа принесет страшные бедствия, а я очень надеялся, что чаша сия минует нас. Но, беседуя о создавшемся положении с Филлипсом, я с изумлением увидел, что, несмотря на весь свой природный скептицизм и недюжинную проницательность, мой неизменный друг рассчитывал, что бум будет продолжаться. Какую-то роль здесь, вероятно, играло то, что в молодости он долго жил на Юге и хорошо помнил ужасы всеобщего разорения, наступившего вслед за гражданской войной; больше всего он боялся еще раз пережить что-либо подобное. Филлипс произносил оптимистические слова, как напеваешь для бодрости привычную песенку, когда на душе скребут кошки. Он ни в какой мере не разделял моих надежд на то, что постепенный спад научит нас ценить глубокие мысли и благородные поступки, а не только жирные пироги. Когда наступил кризис, я увидел, что Филлипс был совершенно прав. Разразившаяся катастрофа губила и банковские бумаги, и научные работы, и моральные принципы.

Кризис никого не обошел стороной. Правда, нам, университетским преподавателям, первое время повезло. Все наши надежды на быстрое увеличение жалованья, конечно, пошли прахом, но многие из нас (и я в том числе) были приняты на работу на длительный срок, другим это было обещано, а обещания такого рода не нарушаются без крайней нужды; цены же, в общем, даже немного упали. Во всяком случае, эпидемия самоубийств, распространившаяся среди дельцов, нас не затронула, и раскрытые окна верхних этажей не были для нас опасным искушением.

Университетский профессор, по-настоящему интересующийся своей работой, в значительной степени защищен от бурь внешнего мира. Сейчас, когда нападки на науку стали модой и у многих из нас появились серьезные сомнения в жизнеспособности созданной человеком цивилизации, преимущества нашей изолированности практически свелись к нулю.

А в те времена — в конце двадцатых, в начале тридцатых годов, — узнав уже множество сомнений, мы все-таки продолжали верить в возможность

постепенного выздоровления мира, в котором мы жили. Поэтому дело Сакко и Ванцетти, искусственный бум и почти столь же искусственная депрессия, которая за ним последовала, заставляли нас все глубже и глубже погружаться в себя и все теснее и теснее замыкаться в кругу научной деятельности — единственной конкретной деятельности, которая была нам доступна.

Я считал, что моя главная задача — заниматься наукой самому и приобщать к самостоятельной научной работе одаренных учеников. Число моих статей росло, репутация моя укреплялась; мне, естественно, начали поручать руководство аспирантами. Сын одного из профессоров МТИ занимался на математическом факультете Гарвардского университета. Он писал докторскую диссертацию и выразил желание работать со мной. Математический факультет Гарвардского университета и МТИ, в конце концов, договорились: меня назначили руководителем работы, а защита диссертации должна была состояться в Гарварде.

Первым под моим руководством написал докторскую диссертацию Карл Макенхупт. Я дал ему тему, относящуюся к теории почти периодических функций Харальда Бора. Бор изучал эти функции в рамках абстрактной «чистой математики», но мне было ясно, что они могут быть также полезным орудием при качественном или даже количественном изучении конкретных задач теории колебаний. Работа Макенхупта добавила еще одно звено к цепи, связывающей чистую и прикладную математику, т. е. была направлена к достижению той цели, которую я считал для себя главной.

Диссертация Макенхупта оказалась заметной вехой на моем пути, а немного позднее появились две еще более значительные работы. Обе — докторские диссертации, сделанные под моим руководством и, по странному совпадению, обе написаны студентами с Дальнего Востока — Юком Вингом Ли из Китая и Шикао Икехара из Японии.

С Ли я встретился благодаря любопытному стечению обстоятельств. Мой голландский друг Стройк поступил на время летних каникул в лабораторию телефонной компании Белла и занялся там изучением электрических цепей. У меня сейчас же появилось желание попытаться использовать в этой области аппарат рядов Фурье. Эта идея казалась мне достаточно перспективной, и я попросил Венивара Буша порекомендовать мне какого-нибудь способного молодого человека, занимающегося электротехникой. Буш был рад оказать мне услугу, тем более, что я соглашался руководить диссертационной работой его ученика. Он назвал фамилию Ли, который жил тогда в пансионе при одной из бостонских церквей. Ли охотно принял предложение Буша, и мы взялись за дело.

Мое научное сотрудничество с Ли продолжается уже почти четверть века. Все это время его настойчивость и природный здравый смысл наилучшим образом компенсировали мои недостатки. Пришедшая мне в голову идея регулируемой корректирующей цепи оказалась вполне разумной, но в конструкции, которую я предложил, было много деталей, работающих с очень незначительной нагрузкой. Ли удалось заставить каждую из них выполнять сразу несколько функций, и благодаря его инженерной ловкости неуклюжее громоздкое сооружение превратилось в изящный, экономичный прибор.

Само собой разумеется, что Ли, а не я занимался устройством судьбы нашего детища. Его стараниями нам удалось передать право использования прибора некоему акционерному обществу, связанному с кинопромышленностью и интересующемуся научно-исследовательской работой. Вдобавок ко всему Ли поселился в Лонг-Айленд-Сити¹ и в течение нескольких месяцев прилежно трудился, совершенствуя наш прибор. Он вновь пересчитал размеры деталей и сконструировал действующую модель, добившись наконец необходимой степени точности; все коммерческие дела, связанные с нашим прибором, вел, конечно, тоже Ли.

К сожалению, это были плохие времена для электротехники, которая только-только начала проникать в кинопромышленность в связи с появлением говорящего кино. Акционерное общество не смогло использовать наш прибор, и нам предстояло заняться поисками нового покупателя. Ли, в конце концов, продал наше изобретение лаборатории телефонной компании Белла и взял на себя все мучительные хлопоты, связанные с получением патента.

Здесь я не могу не заметить, что люди, интересующиеся изобретательством, но никогда не имевшие дела с Бюро патентов, не могут себе даже представить, какое это невыносимо тоскливое занятие — проталкивать изобретения через все стадии экспертизы и составления необходимой документации. Ценность изобретения, естественно, не имеет в данном случае никакого значения. Существование каждого винтика, который значится в патенте (когда патент берет частное лицо, не обладающее достаточными средствами, их бывает не так уж много), зависит от точности и убедительности формулировок и спецификаций, не имеющих ничего общего с подлинными достоинствами изобретения. Здесь очень важна помощь юриста, постоянно занимающегося вопросами патентов. Но и он практически может сделать очень немного, так как, конечно, не разбирается во всех технических подробностях так хорошо, как сам изобретатель.

¹ Один из районов Нью-Йорка.

В результате, занявшись проблемой получения патента, вы должны немедленно забыть об идеях и думать только о словах. Чем преданнее любит изобретатель свое изобретение и чем настойчивее стремится его усовершенствовать, тем губельнее для него призрачный мир Бюро патентов, в котором он вынужден проводить целые месяцы, а иногда и годы.

После окончания этого «счастливого» периода мы с Ли оказались обладателями изобретения, которое можно было продать и которое мы, разумеется, продали, даже не дождавшись конца хождения по мукам. Но тут нас поджидала еще одна «радость»: оказалось, что все наши старания увенчались получением пустой бумажки — в лаборатории телефонной компании Белла никто не собирался использовать наш прибор; он был нужен только для того, чтобы держать возможных конкурентов *in terrorem*¹.

Компания Белла так и не воспользовалась нашим изобретением; с того самого момента, когда оно было зарегистрировано в соответствующих книгах, и до истечения срока патента оно пролежало без всякого употребления. Но к тому времени, когда ему исполнилось почти семнадцать лет, — для прибора это почти то же самое, что для человека семьдесят, — некоторые радио- и телевизионные компании начали проявлять к нему настолько серьезный интерес, что создавалось впечатление, будто они собираются его использовать. Поскольку никаких прав на прибор у нас уже не было, мы так никогда и не узнали, воплотилась ли наша идея в жизнь или мы произвели на свет мертворожденного. Зато мы усвоили одну мудрую истину: любое изобретение, независимо от того, делается ли оно для продажи, как это было в нашем случае, или нет, все равно вносит определенный вклад в философию творчества.

Я всячески пытался помочь доктору Ли устроиться в электропромышленности США, где он, несомненно, был бы на своем месте. В то время некоторые инженеры с Востока уже работали в Соединенных Штатах, но тогда они казались белыми воронами в гораздо большей степени, чем сейчас. Несмотря на все старания, нам не удалось преодолеть инерцию рынка рабочей силы, и Ли вернулся домой. В Китае он сначала работал в промышленности, потом начал преподавать. Я еще буду много говорить о нем в следующих главах.

Пока один студент с Востока, Ли, разрабатывал некоторые мои инженерные идеи, другой, Икехара, занимался усовершенствованием моих методов в теории простых чисел. Ландау, крупнейший немецкий специалист в этой области, сначала отнесся к нашим результатам с некоторым недове-

¹В страхе (лат.).

рием. Но в конце концов и он, и его коллега Хейльбронн начали в своих работах развивать наши же идеи. В результате этот сложный раздел настолько упростился, что стал доступен студентам старших курсов (раньше за него брались только аспиранты, да и то не сразу). Несколько лет тому назад скандинавским математикам удалось сделать еще больше — они добились того, что теория простых чисел в некотором смысле стала вполне элементарной.

Я уже говорил раньше, что Венивар Буш изобрел ряд интересных электромеханических приборов. Главные его достижения имели непосредственное отношение к развитию применения быстродействующих вычислительных машин для решения задач, относящихся к так называемым дифференциальным уравнениям, связывающим различные физические величины и скорости изменения этих величин во времени и пространстве. Физические величины, фигурирующие в таких уравнениях, могут представляться электрическими токами, или напряжениями, или углом вращения некоторых валов, или любыми другими величинами, поддающимися измерению. Буш пробовал создавать вычислительные устройства, основанные на использовании то одних величин, то других, но во всех случаях его аппараты представляли собой нечто вроде тех машин, которые дети собирают с помощью «Конструктора». В этих так называемых дифференциальных анализаторах Буша величины представлялись, например, углами вращения некоторых валов и могли складываться между собой, перемножаться, делиться друг на друга и т. д. Кроме того, эти приборы имели особое устройство, называемое интегрирующим диском, которое показывало окончательный результат, полученный после выполнения всех нужных арифметических операций.

Ни одна из частей машины Буша не представляла собой ничего принципиально нового, но методы соединения этих частей друг с другом и, в частности, способ подачи энергии в машину были технически намного более совершенными, чем все достигнутое ранее в этой области. Буш добился успеха там, где до него потерпел поражение Бэббидж¹, прежде всего благодаря блестящему использованию инженерных возможностей и инженерных идей, неизвестных во времена Бэббиджа.

В вычислительных машинах Буша числа представлялись некоторыми измеримыми физическими величинами, а не последовательностью цифр. По

¹Бэббидж Чарльз (1792–1871) — английский ученый, один из инициаторов создания вычислительных машин. Более 30 лет своей жизни Бэббидж посвятил конструированию специальной «аналитической машины», позволяющей механически выполнять всевозможные вычисления, однако к моменту его смерти строительство этой машины так и не было закончено.

этой причине сейчас мы должны сказать, что машины Буша были аналоговыми устройствами, а не цифровыми вычислительными машинами. Разница между приборами этих двух типов заключается в том, что первые из них измеряют, а вторые считают. Физические величины, фигурирующие в рассматриваемой задаче, в аналоговых устройствах заменяются другими физическими величинами, имеющими иную природу, но подчиняющимися тем же самым количественным закономерностям. Что же касается цифровых вычислительных машин, представляющих собой усовершенствованные автоматические счеты, то они в то время, о котором здесь идет речь, существовали лишь в виде различных конторских арифмометров.

В машинах Буша существенную роль играло то, что единственной переменной, от которой зависели меняющиеся величины, было время. Это обстоятельство оказалось крайне неблагоприятным, когда Буш задумал усовершенствовать свою машину так, чтобы она могла решать уравнения в частных производных, связывающие скорость изменения величины во времени с ее скоростями изменения в различных пространственных направлениях. Именно в этой связи Буш и обратился ко мне за советом.

Раздумывая над затруднениями Буша, я понял, что главная проблема при решении уравнений в частных производных состоит в том, чтобы как-то представить величины, меняющиеся в двух или даже более чем в двух пространственных направлениях, т. е. такие, например, как прозрачность фотографического негатива, которая может меняться и в направлении снизу вверх и в направлении слева направо. Мне было понятно также, что такие функции нескольких переменных желательно представлять в виде чего-то, изменяющегося все-таки во времени, а не в пространстве. Отсюда уже легко было прийти к выводу, что новая, быстро развивающаяся техника телевидения представляет очень большую ценность для поставленной Бушем задачи. В телевидении изображение создается не частицами серебра различной оптической плотности, одновременно наносимыми на стеклянную пластинку, а световым зайчиком, пробегающим по сетке, образованной тесно покрывающими весь экран дискретными узлами, так, что в каждой строке сетки последовательно освещается один узел за другим, а вслед за окончанием одной строки зайчик сразу же перескакивает на следующую. Этот процесс, называемый сканированием, в настоящее время знаком каждому, кто хоть немного интересовался устройством стоящего у него на столе телевизора.

Мне казалось, что применение техники сканирования в вычислительных машинах и родственных им устройствах в дальнейшем может сыграть большую роль в жизни общества, чем ее применение в телевидении. По-

следующее развитие вычислительной техники и техники автоматического регулирования, по моему мнению, доказывает, что в этом я был вполне прав.

При использовании траектории светового зайчика на телевизионном экране для представления некоторой величины, зависящей от двух переменных, мы можем воспользоваться двумя методами, один из которых характерен для аналоговых устройств, а другой для цифровых вычислительных машин. А именно, каждому положению зайчика мы можем сопоставить или определенную яркость, измеряемую в соответствующих физических единицах, или же просто некоторое число. В соответствии с этим весь экран телевизора в целом может представлять либо некоторое распределение яркостей, заменяющих физические величины, входящие в решаемое уравнение в частных производных, либо же большую совокупность чисел, меняющихся по строкам и по столбцам. Даже в то далекое время я считал, что для машины, решающей уравнение в частных производных, второй метод представления будет более удобным, поскольку с помощью электронных приборов числа можно складывать и вычитать точнее и быстрее, чем световые пучки. Должен сказать, что и в этом отношении дальнейшее развитие вычислительной техники подтвердило мою правоту, поскольку устройство современных быстродействующих вычислительных машин в ряде отношений следует принципам, которые я тогда предложил Бушу.

Оправданным оказалось и мое убеждение (которое я сохраняю до настоящего времени), что при создании механических и электрических вычислительных устройств вопрос о скорости выполнения арифметических операций заслуживает самого пристального внимания. На квадратной сетке мы можем разместить гораздо больше различных чисел, чем на одной строке такой сетки, и с этим связано то, что число отдельных операций, требующихся для решения уравнения в частных производных, обычно оказывается поистине гигантским. Если мы не сможем добиться колоссального увеличения скорости действия, то машина для решения уравнения в частных производных будет работать так медленно, что окажется практически бесполезной. Вообще говоря, вычислительная машина является конкурентом человека-вычислителя, и преимущество ее перед вычислителем в конечном итоге заключается почти исключительно в скорости. Это обстоятельство, к обсуждению которого я еще вернусь, играет огромную роль в создании быстродействующих вычислительных машин и тесно связанных с ними устройств, управляющих современными заводами-автоматами.

Приблизительно в это время Буш задумал книгу по теории электрических цепей. В этой теории нашло применение и все то, что я сделал в области обобщенного гармонического анализа. Буш консультировался со мной по поводу нескольких глав своей книги и попросил написать дополнительную главу о методах Фурье. Совместная работа доставляла нам много радостей, и впоследствии мы оба не раз с удовольствием о ней вспоминали. Буш скоро оставил науку и занялся административной деятельностью. Отказ Буша от исследовательской работы был связан с появлением в Америке — правда, с большим опозданием — организаторов науки нового, современного типа.

Когда в 1919 году я начал работать в МТИ, институтом руководил Ричард Маклорен. Он пользовался большим влиянием, и благодаря его работам престиж института неизмеримо возрос и в Америке и за границей. К сожалению, вскоре после того, как я пришел в институт, он умер и многие его начинания так и не были доведены до конца. Научные кафедры, включая математическую, такие общеобразовательные кафедры, как кафедра английской литературы и истории, по-прежнему считались в институте вспомогательными; их цель состояла лишь в том, чтобы содействовать выполнению основной задачи МТИ — преподаванию технических дисциплин.

После смерти Маклорена институт одиннадцать лет прозябал без настоящего руководителя. Какое-то время нами управляли выборные комитеты преподавателей. Они были совершенно беспомощны прежде всего потому, что никто не верил в их долговечность. Наконец, в институте появился директор — Эрнест Никольс¹, к несчастью, в то время уже больной человек. Никольс очень скоро вышел на пенсию и умер, так и не успев ничего сделать.

После него директором института назначили Уэсли Стрэттона, очевидно, потому, что, возглавляя Бюро стандартов, он написал несколько хороших работ. Но так же, как Никольс, Стрэттон пришел в институт уже на закате лет, и его директорство лишь продолжило период *interregnum*². До 1930 года в институте так и не появился руководитель с настоящей деловой хваткой, неистраченной энергией и какой-нибудь четкой программой.

В конце концов директором МТИ назначили Карла Тэйлора Комптона, одного из видных профессоров физики Принстонского университета. У Комптона было крепкое здоровье и множество далеко идущих планов, к тому же он отличался недюжинной энергией и стопроцентной честностью.

¹Никольс, Эрнест Фокс (1868–1924) — американский ученый-физик.

²Междуправствия (лат.).

стью. Инспектируя по поручению муниципалитета кафедру физики, он, в отличие от всех своих предшественников, прекрасно понял, что нельзя создать настоящий инженерный институт, не позаботившись о том, чтобы одновременно он был крупным научным центром.

Сейчас математические дисциплины занимают в МТИ совсем не то место, которое им отводилось в далекие времена после первой мировой войны, когда я только начинал свою преподавательскую деятельность. Тогда считалось, что студент должен разбираться в математике ровно настолько, насколько это помогает ему овладеть делом его жизни — специальностью инженера. Кафедры физики и химии тоже не завоевали еще самостоятельности; за ними признавали право на существование только потому, что они помогали институту выполнять его главную задачу — готовить инженеров. Если какой-нибудь раздел физики или химии начинал играть особо важную роль в одной из новых областей техники, его сейчас же выделяли в специальный курс инженерного характера. Именно так в нашем институте возникли кафедры электротехники и химической технологии. С приходом Комптона в институте поняли, что исследовательская работа в области математики и в других областях науки приносит непосредственную пользу развитию инженерного дела и что мы должны заниматься не только подготовкой инженеров, но и воспитанием ученых.

У нас, математиков, как будто петлю сняли с шеи. Раньше наша научная работа признавалась только постольку, поскольку она помогала нам держаться на определенном профессиональном уровне и придавала нашей повседневной преподавательской работе некоторую свежесть, а нам самим некоторый авторитет. Теперь она расценивалась как самостоятельный раздел общей работы института. По примеру больших университетов в МТИ тоже начали относиться к нам как к математикам, а не только как к преподавателям математики. Это не значит, конечно, что мы перестали читать лекции или могли подумать о том, чтобы отказаться от этой важнейшей для технического института работы. Но нас начали ценить по достоинству и, уж во всяком случае, перестали считать людьми второго сорта по сравнению с преподавателями инженерных кафедр.

Комптон всегда был доступен, прост в обращении, искренен и любезен. С его назначением институт снова оказался в крепких руках, и поступательное движение вперед, прерванное смертью Маклорена, возобновилось.

Новое назначение Буша было связано с теми же переменами, которые привели в институт Комптона. Буш был блестящим администратором и в качестве заместителя Комптона занимался всеми вопросами, связанны-

ми с лабораториями, избавив самого Комптона от множества мелких дел, весьма обременительных, когда приходится руководить большим учебным заведением; персоналом Буш почти не занимался.

Комптон считал своим долгом поднять жалованье преподавателей института до уровня, который был достигнут в Гарвардском, Принстонском и других больших университетах. Война и трудности послевоенного периода помешали осуществлению этих планов, и мы так и не сравнялись с другими институтами нашего типа. Но благие намерения тоже чего-нибудь стоят, тем более, что делалось все возможное для того, чтобы их осуществить.

Лично я считал себя облагодетельствованным новым режимом. Это касалось и моего жалованья, и моих надежд на создание в институте специального научно-исследовательского математического центра. Я получил должность доцента и отныне мог считать, что завоевал достаточно прочное положение.

Мое знакомство с Ли произошло как раз в период бурного обновления МТИ. Буш в это время был в зените славы инженера-электрика. Его предложение взять Ли в качестве аспиранта — одно из самых больших благодеяний, которыми я ему обязан, и я до сих пор вспоминаю о нем с чувством глубокой благодарности.

Приблизительно в это время у нас с Маргарет появилась новая приятная обязанность — принимать дома коллег из Европы. Я довольно много занимался теорией электрических цепей и другими вопросами электротехники, поэтому мне приходилось часто встречаться с приехавшими из Берлина Рихардом Кауэром и с его женой. Но, пожалуй, самыми интересными и наиболее плодотворными оказались для меня встречи с Эберхардом Хопфом, который приехал из Германии в Гарвардский университет, в основном чтобы работать вместе с Дж. Д. Биркгофом.

Хопф очень интересовался небесной механикой и поэтому хорошо знал Биркгофа. Он сумел полностью оценить значение его последней работы, посвященной доказательству эргодической теоремы, той самой эргодической теоремы, которая была необходима для придания окончательной формы замечательным идеям Уилларда Гиббса. Эта работа, между прочим, — поразительное свидетельство *tour de force*¹ Биркгофа. Он занялся эргодической теорией без всякой предварительной подготовки, не обладая никакими специальными знаниями в области интеграла Лебега и даже не особенно им интересуясь. Несмотря на это, руководствуясь только своей математической интуицией, он сумел получить одну из важнейших теорем, вплоть до на-

¹Здесь: пробивная сила (франц.).

стоящего времени занимающую центральное положение в теории интеграла Лебега.

Так как я давно интересовался интегралами Лебега и теорией вероятностей, нам с Хопфом было о чем поговорить. Однако лучшая работа, которую мы вместе с ним сделали, касалась дифференциальных уравнений, встречающихся при изучении радиационного равновесия звезд. Внутри звезды имеется большая область, плотно заполненная электронами и атомными ядрами, а также световыми квантами, излучаемыми ядрами и электронами. Вне звезды расположен пояс, заполненный одним излучением или в крайнем случае излучением и очень разреженной материей. Различные типы частиц, из которых состоит световое излучение (радиация) и вещество звезды, находятся в определенном равновесии друг с другом, резко меняющем свой характер при переходе через поверхность звезды. Нетрудно составить уравнения, описывающие такое радиационное равновесие, но гораздо труднее найти общий метод решения этих уравнений.

Уравнения, описывающие радиационное равновесие звезд, принадлежат к типу, называемому теперь нашими именами¹. Они тесно связаны с другими уравнениями, возникающими в задачах, в которых речь идет о двух различных физических режимах, разделенных резкой границей. В качестве примера можно указать на атомную бомбу, представляющую собой фактически модель звезды, в которой, как и в самой звезде, имеется поверхность, отделяющая область с одними физическими условиями от области с другими условиями; и действительно, некоторые важные задачи, касающиеся атомной бомбы, естественно формулируются в терминах уравнений Винера–Хопфа. Одним из таких вопросов является очень важный вопрос о размере, начиная с которого атомная бомба автоматически взрывается.

С моей точки зрения, однако, наиболее замечательное использование уравнений Винера–Хопфа относится к случаям, когда граница между двумя разными режимами проходит во времени, а не в пространстве, т. е., иначе говоря, когда один из наших режимов представляет собой состояние вселенной до некоторого фиксированного момента времени, а второй — ее состояние после этого момента. Особенно подходит этот аппарат для разбора некоторых аспектов теории прогнозирования, в которой известные данные о прошлом используются для того, чтобы определить будущее. Имеются также многие более общие задачи, которые можно решить при помощи того же самого аппарата уравнений Винера–Хопфа относительно некоторых

¹ Автор имеет в виду термин «уравнения Винера–Хопфа», получивший в математике полное право гражданства.

функций времени. Среди них в первую очередь следует упомянуть задачу о фильтрации волн, возникающую в тех случаях, когда мы получаем сигнал, искаженный каким-то «шумом», и нам требуется выделить по возможности точно содержащееся в нем исходное сообщение.

Задачи прогноза и фильтрации оказались весьма важными в ходе последней войны и сохранили свое значение в последующие годы в связи с вызванным войной развитием новой техники. Задачи о прогнозе, в частности, существенны при управлении зенитной стрельбой, поскольку зенитные орудия должны учитывать будущее движение самолета точно так же, как охотник учитывает скорость летящей утки. Задачи о фильтрации все время используются в радиолокационной технике, а в последнее время и предсказание и фильтрация нашли применение в современной статистической метеорологии.

Осенью 1929 года я получил приглашение прочесть курс лекций о своих исследованиях в Броуновском университете. Официально приглашение исходило от декана факультета Ричардсона, но устроил его, конечно, Тамаркин, имя которого я уже упоминал. Ричардсон, худощавый доброжелательный шотландец, родом из Маритайм Провинсиз¹, приютил Тамаркина в Соединенных Штатах, оказав неоценимую услугу Броуновскому университету. Я приезжал в университет раз в неделю и неизменно встречал самый радушный прием. Останавливался я обычно у Тамаркина, жена которого к этому времени тоже приехала в Штаты.

Тамаркины и в Америке продолжали жить открытым домом, хотя обычаи страны и затруднения с прислужкой делали такой образ жизни почти невозможным. Миссис Тамаркина мужественно сопротивлялась трудностям жизни в Провиденсе² и изо всех сил стремилась удовлетворить потребности своего мужа в хорошей пище и напитках. Чрезмерное напряжение сил подтачивало ее здоровье, а чрезмерное увлечение гастрономией плохо сказывалось на больном сердце Тамаркина. Миссис Тамаркина в конце концов умерла от флебита³; Тамаркин считал, что это произошло из-за того, что она переутомилась, и страшно упрекал себя. Весельчак, человек необычайной отзывчивости, он и после смерти жены никогда не отказывал своим младшим коллегам в возможности сколь угодно широко пользоваться его обширными знаниями. Но прежде так и не вернулось. Через несколько лет Тамаркин умер — не выдержало сердце.

¹Юго-восточные районы Канады.

²Город на восточном побережье США, в котором находится Броуновский университет.

³Воспаление вен.

В тот год родился наш последний ребенок — младшая дочь Пегги. Я приезжал на машине в Броуновский университет прямо после дежурств в больнице. С двумя детьми я и впрямь чувствовал себя отцом семейства; Маргарет приходилось теперь еще больше времени уделять домашним делам.

Я был в это время страшно занят работой над статьей, в которой стремился собрать воедино все, что мне удалось сделать в области обобщенного гармонического анализа. Эта статья была опубликована в шведском журнале «Акта математика» (*Acta Mathematica*), пользовавшемся большим уважением среди ученых всего мира. По существу, это была даже не статья, а маленькая книжка. Ее появлением на свет я обязан Тамаркину, уговорившему меня дать законченное изложение всех полученных мной результатов. Он внимательно просматривал мою рукопись на всех этапах работы и придирался ко всем доказательствам, отчего моя работа, конечно, очень выиграла. Думаю, что в какой-то степени я сумел удовлетворить Тамаркина, потому что через некоторое время по его инициативе американский журнал «Анналы математики» (*Annals of Mathematics*) предложил мне написать статью приблизительно такого же характера о тауберовых теоремах.

Работы по обобщенному гармоническому анализу и о тауберовых теоремах по размеру приближались к небольшим книгам; статья из «Анналов математики» сейчас опубликована в виде отдельного научного труда. Сколько раз, работая потом над своими статьями, я сожалел о том, что не могу больше пользоваться самоотверженной помощью Тамаркина.

Мои исследования этих лет тесно соприкасались с работами нескольких русских математиков, и в России к ним относились с особым интересом. На довольно длительный срок у меня установилась очень своеобразная связь с ведущими математиками этой страны. Я никогда не встречал никого из них и, по-моему, даже никогда ни с кем из них не переписывался. Но Хинчин и Колмогоров, два наиболее видных русских специалиста по теории вероятностей, долгое время работали в той же области, что и я. Больше двадцати лет мы наступали друг другу на пятки: то они доказывали теорему, которую я вот-вот готовился доказать, то мне удавалось прийти к финишу чуть-чуть раньше их. Ни я, ни, как мне думается, они не делали этого намеренно. Просто мы случайно достигли периода наивысшей творческой активности в одно и то же время и владели более или менее одинаковым запасом знаний.

Уже четыре с половиной года я не был за границей, и у меня появилось желание восстановить европейские связи. После международного матема-

тического конгресса в Страсбурге состоялись еще два конгресса, в которых я не принимал участия. Конгресс 1924 года происходил в Торонто, но я в то лето путешествовал по Европе вместе с Бертой. Следующий конгресс состоялся в 1928 году, вскоре после моей поездки в Геттинген, так что я опять не мог на нем присутствовать, тем более, что в этом году родилась моя старшая дочь Барбара.

В 1932 году я почувствовал, что больше не в силах устоять перед искушением побывать на очередном конгрессе. Я решил провести 1931–1932 академический год в Кембридже и летом поехать на конгресс в Цюрих. Массачусетский технологический институт предоставил мне отпуск и так щедро снабдил деньгами, что мы с Маргарет отважились предпринять путешествие в Европу вместе с обеими дочерьми.

7

ВРЕМЕННЫЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КЕМБРИДЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Лето прошло, как обычно: мы отдыхали и бродили по горам. Дети, жившие в нашей долине, подросли, и с ними уже можно было пускаться в довольно трудные путешествия по Президеншиалс; наши прогулки, естественно, стали гораздо длиннее. Незадолго до отъезда в Монреаль, где нам предстояло сесть на пароход, я собрал несколько мальчиков и устроил небольшую экскурсию на Маунт Чокоруа. Как на зло, во время этого похода один из моих юных сподвижников подвернул лодыжку. Доставить его вниз было не так-то просто — мне пришлось два часа с большим напряжением тащить его на себе. В результате я страшно устал и перед самым отъездом жестоко простудился.

Но это было еще полбеды. У Пегги, которой к тому времени исполнилось полтора года, обнаружился жар. Правда, местный доктор уверял, что на море она быстро поправится, но нам все-таки было страшно трогаться в путь. Садясь в Мередите на поезд, отходящий в Монреаль, мы чувствовали, что попали в очень тяжелое положение.

Утром после довольно тягостной ночи в гостинице мы кое-как погрузились на пароход. Тут наши хвори разыгрались не на шутку. К счастью, на корабле Канадской тихоокеанской компании, на котором мы плыли, оказался превосходный врач, отправившийся в море, чтобы восстановить здоровье, подорванное какой-то сложной и мучительной болезнью, а кроме него, прекрасно обученная медсестра из Шотландии и несколько бывших унтер-офицеров Королевского медицинского корпуса. Меня и Пегги немедленно уложили в постель. Сестра взяла на себя заботы о Пегги, а я боролся с тяжелейшей ангиной под присмотром одного из сержантов медицинской службы.

Окрепнув настолько, чтобы дотащиться до палубы, я узнал, что Пегги все еще больна. Пришел врач и долго выслушивал ее со стетоскопом. Увидев, что он снова и снова возвращается к одному и тому же месту на груди,

я понял, что нас ожидают серьезные неприятности. У Пегги действительно оказалась бронхопневмония, и почти все первую половину путешествия мы не были уверены в ее выздоровлении.

Врач, наблюдавший за Пегги, посоветовался еще с одним коллегой, оказавшимся среди пассажиров, и назначил курс лечения. К середине пути самое страшное было уже позади. Мы заранее телеграфировали в Тилбери, прося выслать в порт карету скорой помощи, чтобы прямо с парохода отвезти Пегги в местную больницу. После этого было решено оставшуюся часть пути радоваться жизни настолько, насколько позволяла не оставлявшая нас тревога.

В положенный срок мы пристали к берегу и Пегги отвезли в больницу. Чтобы не нарушать душевного равновесия ребенка и установленного в больнице порядка, нас просили навещать девочку как можно реже, по крайней мере до тех пор, пока мы не подыщем в Кембридже жилье и не будем уверены, что сможем взять ее к себе.

Несколько дней мы провели в роскошном отеле, находящемся в ведении властей Лондонского порта. Я даже имел удовольствие лично встретиться кое с кем из начальства: с капитаном Лондонского порта, например, и с управляющим гавани. Управляющий интересовался техникой и еще больше метеорологией. Он жаловался на свое профессиональное одиночество — во всем мире едва ли наберется десяток людей, которые занимаются тем же, чем он. Во время первой мировой войны, когда он оказался отрезанным от своих товарищей в Гамбурге и Антверпене, ему пришлось совсем плохо. Он утверждал, что, в сущности, при нормальном положении вещей Лондон, Антверпен, Роттердам, Гамбург и Бремен надо рассматривать как один огромный порт, руководимый несколькими управляющими гаванями, которые обязательно должны тесно сотрудничать друг с другом. Ему казалось, что суда, доставляющие грузы в Лондон, вынуждены уходить из порта порожняком и грузиться где-то в другом месте только потому, что торговля плохо сбалансирована и лондонский импорт значительно превышает экспорт.

Еще до того, как мы все перебрались в Кембридж, я несколько раз ездил в Лондон, чтобы навестить своих старых друзей. В Кембридже мы остановились в очаровательном отеле на берегу реки и тут же начали расспрашивать знакомых, как найти дом на зиму. Наконец с помощью агента по продаже недвижимости нам удалось снять один из тех типично английских коттеджей, в которых в этой стране живут люди среднего достатка. Наше новое жилище находилось к северо-востоку от собственно Кембриджа,

в Нью-Честертоне; через квартал от нас городские строения уже уступали место полям и фермам.

Мы нашли детский сад для Барбары, и бремя забот, лежавшее на плечах Маргарет, значительно уменьшилось. На пароходе ей приходилось одновременно нянчить больную девочку и следить за том, чтобы второй, здоровый, полный сил ребенок держал себя в рамках приличия. Теперь задача значительно упростилась. Пегги, в общем, поправилась, хотя все еще недостаточно окрепла. Нам удалось уговорить одну йоркширку, служившую в отеле, где мы останавливались, присматривать некоторое время за нашим домом. Разрешив эту проблему, мы взяли напрокат автомобиль и приготовились к длительной поездке в Тилбери и обратно.

Мне никогда раньше не случалось совершать такие продолжительные путешествия по Англии. Я так и не привык к бесконечным крутым поворотам узких шоссе и никак не мог понять, почему дорога неизменно приводила нас на главную улицу деревни, мимо которой мы проезжали.

За несколько недель, проведенных дома, Пегги заметно поправилась, но у нее упорно держалась какая-то неприятная инфекция в среднем ухе, и нам приходилось постоянно быть начеку; понадобилось несколько лет, прежде чем она снова стала совсем здоровым ребенком, каким была до поездки в Англию. Теперь Барбара и Пегги уже взрослые женщины, но нам все еще странно, что Пегги, давно позабыв о детских болезнях, так и пышет здоровьем, а Барбара кажется болезненной и хрупкой.

Из-за няни йоркширки Пегги скоро стала говорить на местном диалекте, никаких следов которого, к счастью, не осталось. Хотя она и сейчас может сказать: «А папу обсеа сажа», что вполне соответствует лучшим языковым традициям Вест-Райдинга.

К нашему дому прилегал длинный узкий сад, в конце которого находилась оранжерея со стеклянными рамами, которые можно было поворачивать в зависимости от положения солнца и направления дождя. Любезная хозяйка, сдавшая нам обставленный дом, жила рядом с нами; благодаря ее заботам у нас был и садовник.

Но не только хозяйка трогала нас вниманием и радушием. Большинство соседей буквально с момента нашего появления начало относиться к нам с такой сердечностью, о которой в Бостоне мне и мечтать не приходилось. Все это как-то совсем не вязалось с распространенной легендой о британской чопорности. Правда, может быть, в отношении к нам какую-то роль сыграло несколько особое положение, которое мы занимали. Нашими соседями в основном были университетские преподаватели. Я тоже прие-

хал читать лекции в университете, к тому же я бывал уже в Кембридже и имел здесь какие-то связи. Как когда-то сказала Джесси Уайтхед, у меня были все основания носить герб Тринити-колледжа, хотя и перечеркнутый косой полоской¹. Таким образом, не принадлежа к чистокровным кембриджцам, я все же не был здесь и совсем чужим. Не знаю, в какой мере это влияло на наших соседей; во всяком случае, преподаватель итальянского языка, живший через два дома от нас, и наш ближайший сосед, доцент, читавший лекции о сельском хозяйстве в тропиках, навестили нас сейчас же, как только мы устроились. Потом мы часто заходили к кому-нибудь из них выпить чашку чая, и это незатейливое гостеприимство доставляло нам много радости.

Немного позднее мы познакомились с преподавателем древнееврейского языка, дом которого находился в нескольких сотнях ярдов от нас по той же улице. Он занимал официальный пост раввина Оксфорда, Кембриджа и одной из тюрем его величества короля. Одновременно он был членом совета Королевского колледжа; в свое время он окончил его вместе с целой группой священников Высокой церкви², от которых он почти ничем не отличался. Непоколебимый приверженец обрядности, он даже у двери своего дома прикрепил традиционный еврейский религиозный текст.

Как и многие английские священники Высокой церкви, наш сосед отличался искренним либерализмом: когда понадобились деньги на ремонт старинной круглой норманской церкви, благотворительный пикник был устроен у него в саду. Он собрал интереснейшую коллекцию гравюр XVII–XVIII веков с изображением голландских синагог и ритуальных обрядов ашкеназической и сефардической групп евреев³. Но больше всего он увлекался поисками истоков грегорианских псалмов и христианских обрядов в еврейской музыке и еврейских обычаях.

Живя в Кембридже, я несколько раз ездил в Лондон, пытаясь продать прибор, придуманный Ли и мной. Но из этого ничего не вышло, может быть, потому, что англичане не особенно интересовались электросвязью и их радиотехника была лишь слабым отражением того, что делалось в это время в Соединенных Штатах и в Германии. Кроме того, наведя кое-какие справки, я понял, что получить патент в Англии или в какой-нибудь другой

¹ В средние века косая полоска на гербе означала незаконное происхождение.

² Религиозное направление в Англии, придающее особое значение церковным обрядам, таинствам и авторитету епископов и священников.

³ Потомки евреев, живших в Испании и Португалии, относятся к сефардической группе, в отличие от потомков евреев, населявших северные страны и относящихся к ашкеназической группе.

европейской стране — дело еще более хлопотливое, чем в Америке. Американский патент дает лишь чисто формальное право считаться автором данного изобретения; получение английского патента более затруднительно, но зато гораздо более почетно. Он гарантирует большие права, и, соответственно стоит дороже. Дело в том, что, в отличие от Америки, в большинстве стран закон гораздо менее покровительствует изобретателям, чьи изобретения остаются на бумаге; в Европе необходимо, чтобы запатентованное изобретение было использовано в промышленности, в противном случае патент просто теряет силу.

В Лондоне я встретил мисс Картрайт, успевшую за это время стать директором Гертон-колледжа. Это была (и осталась) женщина чарующей искренности, чуждая всякой претенциозности, и к тому же один из лучших английских математиков не только среди женщин, но и среди мужчин. Она пригласила меня на чашку чая, чтобы познакомить с одним юным преподавателем Тринити-колледжа по фамилии Пейли, о котором мне предстоит еще много говорить.

Вскоре после приезда в Кембридж я познакомился с Юнгом и его сестрой. Сам Юнг преподавал тогда, если я не ошибаюсь, в Петерхаузе. Он сделал несколько интересных работ, которые мы вместе развивали дальше. Его сестра, преподавательница Гертон-колледжа, была особенно мила с моими дочерьми, и я приходил к ней в гости вместе с Маргарет и обеими девочками.

Но из всех знакомств в Кембридже самым важным для меня по-прежнему оставалось знакомство с Харди и его вторым я — Литлвудом. Юноша, которого я когда-то в студенческие годы встретил в доме Рассела, превратился в пожилого ссутулившегося ученого. Но Харди все еще был опасным противником на теннисном корте и с энтузиазмом относился к крикету, прекрасно разбираясь во всех тонкостях этой игры. Позднее, побывав несколько раз в Соединенных Штатах, он заразился любовью к бейсболу и произносил имя Бейба Рута¹ так же часто, как имя знаменитого игрока в крикет Хобса.

Литлвуд приближался тогда к вершине своей альпинистской карьеры. Он часто приглашал меня в Тринити-колледж и демонстрировал какие-нибудь интересные приемы альпинистской техники, карабкаясь на колонны в Невильс Кот. Харди и Литлвуд повели меня как-то на крикетный матч и показали мне регби — игру, во время которой противники устраивают

¹ Рут Джордж Герман (1895–1948) — прославленный американский игрок в бейсбол, известный под именем Бейб Рут.

невообразимую свалку из-за мяча. Боюсь, что прелесть этих игр ускользнула от моего понимания.

Я слушал курс лекций Харди по элементарной теории чисел, но никогда не посещал лекций Литлвуда, хотя иногда приходил на математический семинар, который он устраивал у себя дома.

В отличие от Харди, который терпеть не мог приложений математики — в первую очередь приложений к технике и к военной технике в особенности, — Литлвуд обладал хорошим физическим чутьем и во время обеих мировых войн деятельно помогал военному ведомству. Во время первой мировой войны он сумел существенно усовершенствовать способы расчета траекторий ракет, придумав метод интерполяции, позволяющий по нескольким рассчитанным траекториям составить полные баллистические таблицы. Во время второй мировой войны Литлвуд вместе с мисс Картрайт занялся чрезвычайно нужным тогда изучением дифференциальных уравнений, оставив ради них свои занятия абстрактной математикой.

Почти каждую неделю меня приглашали пообедать вместе с преподавателями в Тринити или в какой-нибудь другой колледж. В Тринити ко мне, естественно, относились почти как к своему. Разговоры за столом всегда были интересны и совсем не походили на утонченную игру изысканного остроумия, которой я так боялся. Побывав через некоторое время у своих академических друзей в Оксфорде, я понял, какая пропасть разделяет эти две школы. То самое изысканное остроумие, которое никого не привлекало в Кембридже, было солью всех разговоров в Оксфорде.

Одним из самых приятных развлечений в Кембридже была для меня игра в шары с преподавателями Тринити-колледжа. В Тринити после обеда мы обычно переходили в соседнюю комнату, где нас ждали портвейн и сигары. Потом все выходили в сад, и тут начиналась игра. Я был так же неловок, как всегда, но испытывал огромное удовольствие от того, что можно забыть обо всех делах и до наступления мягких английских сумерек вместе с друзьями радоваться жизни в маленьком уютном саду, о существовании которого не знал почти никто из непосвященных. Играли мы именно в шары, а не в кегли; эти игры ни в коем случае нельзя путать. Исконная английская игра в шары, существовавшая задолго до того, как Дрейк¹ с ее помощью развлекался на «Хоу», поджидая в Плимуте Испанскую Армаду, не имеет ничего общего с игрой в кегли. Скорее это некая разновидность распространенной в Шотландии игры с гладко отшлифованными камешками на льду.

¹Сэр Фрэнсис Дрейк (1542–1596) — английский адмирал.

После войны состав учащихся и преподавателей Кембриджа и Оксфорда резко изменился. Занятия в университете перестали быть привилегией правящих классов. Теперь здесь можно было встретить сколько угодно молодых людей с блестящими способностями, которые жили на стипендию и, если бы не стипендия, никогда не стали бы тут учиться. Причем большинство особенно одаренных студентов относилось как раз к этой категории, так что времена, когда удовлетворительная отметка на экзамене считалась в Кембридже достижением, канули в вечность.

Некоторые студенты-стипендиаты принадлежали к очень необеспеченным семьям; низкорослые, с плохими зубами, они хранили на себе тяжелый отпечаток бедности и длительного недоедания. К тому же многие из них страдали от ощущения социальных барьеров, хотя в большинстве случаев окружающие относились к ним как к равным и эти барьеры существовали главным образом в их воображении. У меня было несколько таких молодых друзей из Кембриджа и Оксфорда, и они рассказывали мне, с каким трудом им далось искусство поддержания разговора за преподавательским столом, особенно, конечно, в Оксфорде. Тем, кто знаком с Д. Г. Лоренсом¹ и его романами, должно быть совершенно ясно, что я хочу сказать, так как Лоренс — это «литературный вариант» математиков, с которыми я встречался тогда в Англии и позднее сталкивался в Америке, где они учились как государственные стипендиаты Британского содружества наций.

Год, который я провел в Кембридже, был одним из самых знаменательных в истории физики. В этом году Кокрофту и Уолтону впервые удалось расщепить атом. Я видел их прибор — множество стеклянных цилиндров и пластинок с отверстиями, скрепленных с помощью так называемой замазки Декотинского — разновидности сургуча, повсеместно используемой в вакуумной технике. Английские и вообще европейские физики склонны, не дожидаясь огромных ассигнований (на которые всегда рассчитывают их американские коллеги), пользоваться тем, что есть под руками, и с помощью собственной изобретательности конструировать приборы, которые, казалось бы, совершенно невозможно создать без значительных денежных затрат. Эта их способность до сих пор производит на меня сильнейшее впечатление.

Правда, в Кембридже была все же одна дорогостоящая лаборатория, оборудованная по последнему слову техники. Я имею в виду лабораторию русского физика П. Л. Капицы, создавшего специальные мощные генераторы, которые замыкались накоротко, создавая токи огромной силы, пропус-

¹Лоренс Давид Герберт (1885–1930) — английский поэт и романист.

кавшие по массивным проводам; провода шипели и трещали, как рассерженные змеи, а в окружающем пространстве возникало магнитное поле колоссальной силы. Позже Капица вынужден был уехать в Советский Союз, откуда уже никогда не вернулся, и никто не знает, была на то его воля или нет. Его кембриджская лаборатория вся целиком была перевезена в Россию. В СССР Капица был пионером в создании того типа лабораторий-заводов с мощным оборудованием, первым образцом которых была лаборатория голландского физика Камерлинг-Оннеса для исследования низких температур. Сейчас, в связи с созданием атомной бомбы и развитием исследований по физике атомного ядра, такие лаборатории стали совершенно обычными. Поэтому, когда я узнал, что у нас есть атомная бомба и что мы ее использовали, я не сомневался, что русским, уже оценившим на примере Капицы значение мощных, хорошо оборудованных лабораторий, не потребуется много времени на то, чтобы раскрыть загадки атомного ядра, независимо от того, подойдут ли они шпионов, чтобы выведать наши секреты или найдут недовольных, которые согласятся действовать в их интересах.

В Кембридже я встретил двух знакомых из Соединенных Штатов: молодую женщину, которая в свое время под моим руководством писала диссертацию по теории матриц, и преподавателя математики, с которым я познакомился на втором году работы в МТИ. Оказалось, что моя бывшая диссертантка взяла на год академический отпуск и приехала в Кембридж, где совмещала занятия математикой с удовольствиями жизни в новом приятном месте. Что касается знакомого мне преподавателя, то он довольно давно расстался с МТИ и уехал в Мюнхен, чтобы усовершенствовать там свои знания. В Мюнхене, помогая однажды какой-то американке сесть в трамвай, он ухитрился настолько серьезно поссориться с одним армейским офицером, что дело дошло до дуэли. Воспользовавшись правом выбора оружия, наш герой пустился на хитрость и заявил, что предпочитает лук и стрелы, а один из его приятелей тут же распустил слух, что он непревзойденный стрелок из лука. Кто-то из нас прочел об этой истории в парижском выпуске «Нью-Йорк Таймс», и мы послали своему коллеге письмо как будто бы от имени Общества лучников с сообщением, что Общество награждает его своим высшим знаком отличия. Страдая некоторой излишней доверчивостью, наш дуэлянт преспокойно проглотил наживку, крючок и грузило. Такое пищеварение не может не вызвать восхищения; получив в ответ его чистосердечное письмо, мы даже почувствовали некоторые угрызения совести. Как бы то ни было, в Кембридже он был вполне приятным товарищем и немного всеобщим козлом отпущения.

Однажды, затеяв экскурсию вокруг Кембриджа, я решил уходить моего молодого американского приятеля. Однако на этот раз шутка обернулась против меня — уходился я сам. Он же принялся рассказывать всем и каждому, как трудно ему пришлось, и настолько преуспел в своей деятельности, что, когда другой американец отправился со мной по Озерному краю, он шел так, что мне стоило большого труда за ним угнаться.

В конце осеннего семестра профессор Харди предложил мне обсудить два вопроса. Первый из них касался возможности напечатать в кембриджском университетском издательстве (Cambridge University Press) книгу об интеграле Фурье, если я ее напишу; второй — возможности прочесть в следующем семестре курс лекций об интеграле Фурье. В Кембридже существует любопытный обычай: любой профессор имеет право передать курс лекций, который он читает, своему заместителю. Харди мог разрешить любому лицу читать лекции вместо него, а колледж, университет и ученый совет должны были относиться к этим лекциям так, как если бы их читал сам Харди. Итак, мне предстояло стать почти профессором Кембриджского университета и весь второй семестр рассказывать о своих работах по интегралу Фурье. Ну что же, всего несколько лет назад благодаря своим гарвардским связям я был почти студентом этого же университета, посещая занятия без официального зачисления в университет. Я решил, что мне не привыкать.

В Кембридже семестр подходил к концу, и с приближением рождественских каникул я начал получать от своих друзей с континента письма с приглашениями прочесть несколько лекций у них в университетах, благо занятия там кончались позже, чем в Кембридже. Профессор Вильгельм Бляшке приглашал меня в Гамбург; профессор Карл Менгер из Вены просто предлагал погостить у него пару недель; профессор Филипп Франк из немецкого университета в Праге просил прочесть несколько лекций в их университете.

Стоило мне написать эти имена, как в памяти сейчас же всплыло все, что с тех пор случилось с этими людьми. Бляшке за время второй мировой войны превратился, если не в рьяного нациста, то, во всяком случае, в рьяного приверженца нацизма. Он писал статьи, высмеивая американских математиков, а в одной из них продемонстрировал свое презрение к принстонской математической школе, назвав Принстон «маленькой негритянской деревней». Менгер приехал в Соединенные Штаты как беженец, и я помогал ему устроиться в университете Нотр-Дам; сейчас, если я не ошибаюсь, он работает в Иллинойском технологическом институте. Франк, спасаясь от

гитлеризма, тоже бежал в Америку; недавно он оставил Гарвардский университет и ушел на пенсию.

Многие из математиков, с которыми мы виделись за время этого путешествия по Европе — пожалуй, даже большинство, — оказались после войны в Соединенных Штатах или умерли. Ган из Вены умер; Артин из Гамбурга стал профессором в Принстоне; Гедель, помощник Менгера в Вене, тоже попал в Принстон, где и написал большую часть своих замечательных работ по математической логике; фон Мизес из Берлина, с которым я встретился в конце поездки, стал профессором Гарвардского университета; недавно он умер. По существу, все математические школы, которые когда-то существовали на континенте, или целиком переместились за океан, или погибли. На плечи чудом уцелевшей группы молодежи легла отчаянной трудности задача восстановления всего того, что было уничтожено.

Мы прекрасно провели время в Гамбурге, где нас тепло приняли сотрудники математического института. Потом я вместе с Маргарет и девочками уехал в Берлин. Здесь Маргарет забрала детей и поехала навещать своих родных в Бреслау, а я один отправился в Вену.

Еще раньше я решил прочесть несколько лекций в Праге. Путешествуя по Европе, я написал старому другу отца президенту Масарику и выразил надежду, что, будучи в Чехословакии, смогу его повидать. Мне казалось, что, так как он много раз видел меня маленьким мальчиком, я могу позволить себе вольность написать ему личное письмо. Узнав, что мы с Маргарет будем в Праге, Масарик сейчас же послал нам письмо с приглашением навестить его во дворце Лана. Мы пересекали Крконоше¹ как раз в разгар лыжного сезона, и мне очень захотелось приехать сюда как-нибудь зимой еще раз.

Друзья встретили нас в Праге, помогли найти подходящую гостиницу и всячески о нас заботились. Я был страшно тронут, узнав, что несколько преподавателей Чешского университета, забыв о своей исконной вражде с преподавателями Немецкого университета, пришли слушать мои лекции.

Наконец настал день визита в Лана. К гостинице подкатил правительственный автомобиль, мы сели и по очень плохой дороге поехали во дворец. Из окон автомобиля Чехословакия казалась вполне преуспевающей сельскохозяйственной страной. В празднично украшенной комнате с большой новогодней елкой и ярко разгоревшимся камином нас встретила дочь Масарика. Она сказала, что отец скоро вернется с прогулки, которую он ежедневно совершает верхом на лошади. Прием начался так непринужденно, что мы

¹Самый высокий горный массив Судетских гор.

сразу почувствовали себя не официальными посетителями, а друзьями дома.

Наконец вошел президент, старый, добродушный, в костюме для верховой езды. Он очень хорошо помнил свои визиты в наш дом на Медфорд Хилсайд. Масарик нашел, что я потолстел, и советовал побольше двигаться, заняться, например, вроде него, верховой ездой. Его очень тревожили успехи нацистов, и будущее Европы представлялось ему в мрачном свете. Вскоре Масарик пошел отдохнуть. Поговорив несколько минут с его дочерью, наполовину чешкой, наполовину американкой, мы откланялись.

Через несколько дней Маргарет вернулась в Бреслау, а я поехал в Лейпциг, чтобы повидаться со своим двоюродным братом Леоном и поговорить кое с кем в университете. Мне кажется, что именно в этот приезд в Лейпциг я встретился с Кебе. «Величайший специалист по теории функций» (говорили, что на родине, в Бранденбурге, его иначе не называют) отличался удивительной высокопарностью, которая давала повод для множества анекдотов. Рассказывают, что, приехав по какому-то случаю посмотреть сильно пострадавшую от времени «Тайную вечерю» Леонардо да Винчи, он будто бы сказал: «Какая жалость, что этой картине суждено погибнуть. Но зато моя теорема об униформизации аналитических функций будет жить вечно!»

Вскоре мы поездом добрались до Голландии и сели на пароход, чтобы переплыть Ла-Манш. На сей раз дети чувствовали себя хорошо, а мы еле держались на ногах от усталости. Ночью нам пришлось испытать все прелести зимнего переезда через Северное море. К счастью, девочки спали и не видели, как их родители лежат ниц на полу каюты, борясь с приступами морской болезни.

На следующий день мы были уже в Кембридже. Из-за мороза у нас в ванной лопнула труба; прошло два неприятных дня, прежде чем водопроводчики исправили повреждение. Но все это не имело никакого значения. Я собирался приступить к чтению своего курса, Барбаре предстояло вернуться в детский сад, и никто не сомневался, что все будет хорошо.

Чтение лекций и книга успешно подвигались вперед. Семестр шел своим чередом. Обычно я занимался в библиотеке Кембриджского философского общества, того самого философского общества, которое опубликовало несколько моих ранних работ. Здесь я познакомился с человеком, который стал одним из моих самых близких друзей.

В перерыве между занятиями я читал массу всякой развлекательной литературы: детективы, популярные английские журналы «Стрэнд» (*The Strand*), «Пирсонс лайбрери» (*Pearson's*) и тому подобное. Однажды, про-

смотря «Стрэнд», я наткнулся на первоклассный научно-фантастический роман «Добытчики золота» («The Gold-Makers»). Материал, на котором он был построен, внушал полное доверие, а интрига — с тайными заговорами, преследованиями и бегством — все время держала в напряжении. Роман этот написал профессор Тринити-колледжа Дж. Б. С. Холдейн. На обложке книги красовалась фотография мужчины могучего телосложения, с густыми, нависшими бровями, которого я много раз встречал в библиотеке Философского общества.

Увидев Холдейна в следующий раз, я собрался с духом, подошел к нему, представился и сказал, что «Добытчики золота» доставили мне большое удовольствие. Один из персонажей книги, родом, очевидно, исландец, был почему-то назван датским именем. Разговаривая с Холдейном, я упомянул об этой маленькой неточности.

Холдейну, видимо, понравилась моя дерзость; через несколько недель он пригласил нас с Маргарет в свой очаровательный дом на Олд Честертон. Но сначала Холдейн сам пришел к нам. Это произошло во время пасхальных каникул, когда я вместе с одним американским другом отправился в пешеходно-автобусный поход по Озерному краю. Маргарет никогда раньше не видела Холдейна, а он оказался слишком робким, чтобы ясно объяснить, кто он такой. В конце концов, благодаря моим описаниям, она все-таки его узнала. Холдейн пригласил ее к себе, чтобы познакомить с женой. Но оказалось, что м-с Холдейн уехала на автомобиле в Лондон и из-за трудностей уличного движения вернулась гораздо позже, чем предполагала. Проходил час за часом, а ее все не было. Холдейн совершенно растерялся, но Маргарет полностью сохранила присутствие духа. Когда, наконец, поздно вечером Шарлотта Холдейн появилась дома, она была страшно признательна за то, что Маргарет отнеслась к этому происшествию с должным *savoir-faire*¹.

Шарлотта Холдейн, еврейка по национальности, молодая блестящая журналистка и романистка, совершенно очаровала Маргарет; было решено, что, как только я вернусь с Севера, обе семьи непременно встретятся.

Я тем временем бродил по местам, которые, с одной стороны, как будто сильно напоминали Нью-Хемпшир, а с другой, казались совсем непохожими на мой излюбленный ландшафт. Уиндермир невольно вызывал воспоминание об Уинипесоки. Но английское озеро уже и не так причудливо по форме, а холмы вокруг ниже и менее приветливы, чем холмы вокруг наших новоанглийских озер. У нас рощи и леса со всех сторон окружены пашнями и

¹Здесь: пониманием жизни (франц.).

торфяными болотами — кажется, что леса наступают на открытые поляны, а там впечатление такое, будто пустоши теснят лес. В местах повыше лежал снег. Его было не так много, как ранним апрелем в Нью-Хемпшире, но все-таки достаточно, чтобы придать открывшейся перед нами картине мрачный и суровый колорит. Дома здесь из нетесаного камня, а не из дерева, как в наших краях; стены, разделяющие поля, выше и более опрятны, чем у нас. В тот день, когда я взобрался на Скофел¹, было холодно, сыро и дул сильный ветер.

Мы вернулись из путешествия бодрыми и освеженными, и Маргарет сейчас же повела меня к Холдейнам. Помню, что мы проводили много времени за бриджем. Играли семья против семьи, мужчины против женщин, евреи против неевреев. Во время игры много говорили. Я, пожалуй, никогда больше не встречал человека, умеющего так мастерски поддерживать беседу и обладающего такими разносторонними знаниями, как Дж. Б. С. Холдейн.

Вскоре после возвращения из похода по Озерному краю я неожиданно заболел. Пришел врач и сказал, что у меня скарлатина. Накануне мы провели целый день у наших друзей Бизонетт, и нам было очень неприятно, что мы подвергли опасности их всех и особенно, конечно, их маленького сына. Но с этим уже ничего нельзя было поделать. Приехала карета скорой помощи и отвезла меня в кембриджскую инфекционную больницу, расположенную в предместье города.

Меня поместили в приятную комнату с верандой и печкой. Последнее оказалось особенно кстати: хотя дело происходило в мае, часто бывало сыро и холодно. Комнаты в больнице отделялись одна от другой стеклянными перегородками. Как только я немного поправился, а это произошло буквально через несколько дней, мы с соседом затеяли не слишком увлекательную игру в крестики-нолики, благо листы бумаги можно было прикладывать к стеклянной перегородке. Ко мне приходило много друзей из университета. Особенно часто посещал меня Пейли; я даже чуть-чуть работал и просматривал корректуры. В начале июня я уже почти выздоровел, и мне было страшно досадно, что я не могу принять участие в празднествах и развлечениях Майской недели². Одно утешение, что сиделки пересказывали мне все городские сплетни и происшествия.

¹ Гора на северо-западе Англии высотой около 1000 м.

² Майской неделей в Кембридже называется время весенних спортивных соревнований после окончания экзаменов, приходящееся обычно на конец мая или начало июня.

Когда я вышел из больницы, семестр уже кончился и в Кембридже воцарилась та обычная скука, которая охватывает все университетские городки во время летних каникул. Мы продолжали регулярно встречаться с семьей Холдейнов, и я часто плавал вместе с Холдейном в Ривер-Кэм, которая протекала перед их домом. Холдейн и в реке не расставался со своей трубкой. Подражая ему, я плавал с сигарой в зубах и с очками на носу. Тем, кто смотрел на нас с лодок, наверное, казалось, что на волнах качаются какие-то морские звери, вроде двух моржей, один побольше, другой поменьше.

Я собирался побывать на математическом конгрессе в Цюрихе, поэтому скоро вместе с Маргарет и девочками уехал в Швейцарию. Остановились мы снова в гостинице Бель-Рив в Бенигене; она по-прежнему принадлежала нашим старым друзьям, но они собирались вот-вот закрыть дело.

Одна местная девушка согласилась поехать с нами в качестве няни и заботиться о детях, пока мы будем заняты на конгрессе. Уже по дороге в Люцерн, а потом в Цюрих в поезде начали встречаться представители славной когорты математиков. Среди них оказалась Эмми Нетер — наш старый друг еще со времени поездки в Геттинген и, вероятно, самая талантливая из всех известных женщин-математиков. Она, как всегда, внешне походила на очень энергичную и очень близорукую прачку; на самом деле это был исключительно теплый человек — недаром ее многочисленные студенты ходили за ней следом, как только что вылупившиеся цыплята за наседкой.

Мы сняли дешевые комнаты в гостинице «Христлихес Хоспиц»¹, расположенной на холмах за Цюрихом. Это был швейцарский вариант гостиницы Y. W. C. A или Y. M. C. A.² Здесь все немного отдавало ханжеством, но пища была хороша, а окрестности великолепны. Впрочем, самое большое достоинство нашего местоположения заключалось совсем в другом: рядом находился небольшой зоопарк, где дети могли резвиться, разглядывая зверей и, главное, их детенышей самых разнообразных пород.

Как всегда во время конгресса, наша жизнь была до отказа заполнена множеством дел и развлечений. Университет и Федеральный технологический институт наперебой организовывали вечера, экскурсии и приемы; их соперничество всем нам доставляло большое удовольствие. В Цюрихе собралось много наших старых друзей и людей, с которыми нам предстояло подружиться. Я уже приобрел настолько солидную репутацию, что меня

¹Christliches Hospiz — Христианский приют (нем.).

²Young women's christian assosiation, Young men's christian assosiation — Христианская ассоциация молодых женщин, Христианская ассоциация молодых мужчин (англ.).

попросили председательствовать на заседании одной из многоязычных секций конгресса. Не так легко было выступать в роли судьи во время спора, разгоревшегося между задиристым итальянцем, говорившем на ломаном французском языке, и столь же воинственно настроенным немцем, почти совсем не знающим этого языка.

Во время одной из экскурсий — кажется, это была прогулка на пароходе по озеру — два итальянских математика попытались выяснить, как бы я отнесся к предложению приехать в Италию, чтобы прочесть курс лекций. Я не питал никаких симпатий к фашизму, и мне как-то не понравился сугубо официальный характер приглашения. Позже я обсудил этот разговор с Леоном Лихтенштейном, который тоже принимал участие в конгрессе, и он посоветовал мне забыть о политике и принять приглашение. Но со мной никто больше об этом не заговаривал; итальянцы, очевидно, решили, что мои взгляды не встретят сочувствия в фашистской Италии.

Пейли, тоже присутствовавший на конгрессе, сообщил мне, что получил разрешение приехать осенью в Соединенные Штаты, чтобы поработать вместе со мной. Я был этому рад, но меня немного смущало его специфически британское самомнение, проявлявшееся, например, в постоянных насмешках над промахами незадачливых швейцарцев. Когда мне случалось при этом присутствовать, я всячески пытался сбить с него спесь, понимая, что в Швейцарии, где мы оба были гостями, мне удобнее критиковать его ребяческий национализм, чем в Америке, где я, как хозяин, буду вынужден соблюдать особую вежливость.

После окончания конгресса, измученные и усталые, мы поездом пересекли Германию и в Гамбурге сели на пароход Северогерманского отделения компании Ллойда. Если наши каникулы и не были отдыхом, то, во всяком случае, они были праздником, так что мы с удовольствием возвращались домой, чтобы снова начать размеренную, благоразумную жизнь.

8

СНОВА ДОМА. 1932–1933

Довольные и счастливые, добрались мы до Бостона. Маргарет сейчас же занялась поисками дома, но не успели мы еще перебраться в наше новое жилище, как родители срочно потребовали меня к себе. Я уже привык к их внезапным наскокам, но на сей раз, сколько я ни перебирал в памяти все недавние события, мне никак не удавалось сообразить, что именно могло вызвать неожиданный звонок по телефону и почему в их голосах звучало такое явное раздражение.

Я застал отца и мать в состоянии крайнего возбуждения. Оказывается, отец получил оскорбительное письмо от одного немецкого филолога, с которым он попытался вступить в переписку. Теперь он и мать единодушно считали, что мой долг по отношению к семье состоит в том, чтобы немедленно порвать все связи с немецкими математиками (не имеющими ни малейшего отношения к злосчастному филологу).

Отец питал к Германии противоречивые чувства: ему пришлось возненавидеть традиции, в которых он сам вырос, и познать неприязнь тех, чье одобрение было ему всего дороже. Что касается матери, то ее убеждения частично просто отражали воззрения отца, а частично вытекали из стремления лишний раз продемонстрировать солидарность с мнением ведущей группы гарвардских профессоров, традиционно придерживавшихся ультра-американских взглядов.

Ни я, ни Маргарет совершенно не могли понять, чем вызван поток обвинений, который обрушился на наши головы. К повседневным более или менее беззлобным колкостям мы уже успели привыкнуть. Но на сей раз выпады отца совершенно не походили на обычные вспышки гнева — в них звучала какая-то зловещая настойчивость, которая показывала, что его нервы действительно натянуты до предела. Случилось что-то серьезное; в этом не приходилось сомневаться.

Вечером родители вышли погулять, и мы остались дома одни. Скоро они вернулись в страшной тревоге: переходя улицу, отец попал под машину.

Сначала мы думали, что все обошлось благополучно. Правда, на одну ногу он совсем не мог ступить, но нам казалось, что его мучает боль от ушиба и что никаких более серьезных повреждений нет. Все-таки мы вызвали доктора, пожилого джентльмена одного возраста с отцом, издавна лечившего всю нашу семью. К числу его достоинств относилась та мягкая обходительность, которую пациенты старшего поколения обычно предпочитают большей осведомленности молодых врачей с резкими манерами. Доктор решил, что на ночь отца можно оставить дома.

Но на следующий день отец чувствовал себя так же плохо, как накануне, и мы отвезли его в больницу Маунт Оберн, чтобы сделать рентгеновский снимок. На снимке явственно обнаружился перелом бедренной кости, и мы все поняли, что для отца настали тяжелые времена. Прежде чем прибегнуть к хирургическому вмешательству, нужно было успокоить боль и избавить его от мрачных предчувствий, которые не давали ему покоя.

Отцу назначили паральдегид — одно из самых безобидных успокоительных средств, но как раз в его случае паральдегид неожиданно привел к тяжелым осложнениям — отец почти непрерывно бредил. Больных в состоянии возбуждения не слишком любят в обычных больницах, и отца пришлось перевести в специальное лечебное заведение; хорошо еще, что к этому времени хирург уже вправил ему бедро.

Так получилось, что сразу после возвращения в Америку я вынужден был ежедневно навещать отца — сначала в одной больнице, потом в другой, а когда он начал поправляться — вывозить его в нашем автомобиле за город, чтобы дать возможность подышать свежим воздухом. Постепенно бедро зажило и возбуждение отца улеглось. Я отвез его домой, и он снова начал, несмотря ни на какие обстоятельства, регулярно работать в Гарвардской библиотеке. Но та почти юношеская полнота сил, которая кипела в отце до несчастного случая, больше к нему уже не вернулась.

В это трудное время я знал, что мой английский коллега Пейли получил государственную стипендию и приезжает в Америку специально, чтобы в течение года работать вместе со мной. В один прекрасный день я пересек мрачные, необитаемые кварталы восточного Бостона и явился на пристань. Пейли был уже там. Только геркулес вроде него мог справиться с двумя огромными чемоданами и, сверх того, тащить еще целую кучу принадлежностей для ходьбы на лыжах.

Следующие несколько недель я делил свое время между посещениями отца и напряженной научной работой с Пейли.

Пейли безгранично восхищался Литлвудом. Мне, правда, кажется, что, не будь Литлвуд превосходным альпинистом, Пейли ценил бы его математические достижения несколько меньше. Но, с другой стороны, несомненно, что, помимо собственной необузданной стремительности, именно Литлвуду обязан Пейли тем своим *élan*¹, который позволял ему побеждать любую встречавшуюся на его пути трудность. Пейли был знаменем молодого поколения британских математиков, и, если бы не преждевременная смерть, он, несомненно, стал бы вождем современных математиков Англии.

Мы с Пейли обычно работали вместе, используя большую школьную доску, стоявшую в одной из заброшенных аудиторий математической кафедры МТИ, пропыленной, плохо освещенной комнате, превращенной в склад ненужных вещей. Было решено, что мы продолжим работу, которую я начинал один в связи с моим интересом к теории электрических цепей. В ход пошли все имевшиеся в нашем распоряжении средства. Я обычно ставил задачу и намечал общее направление исследования, после этого в атаку бросался Пейли и доводил дело до конца.

Если рассматривать математику как игру, то Пейли надо признать одним из замечательнейших игроков. Он в совершенстве владел множеством тонких приемов, позволявших ему одолевать почти любое препятствие. Но в связях математики с другими науками Пейли почти совсем не ориентировался. Когда мы ставили перед собой какую-нибудь задачу, я всегда прежде всего стремился понять ее физический и даже инженерный смысл. При этом у меня сразу создавались определенные представления о возможных подходах к задаче и я часто мог предсказать заранее, какими средствами лучше всего воспользоваться для ее разрешения. Пейли с интересом изучал мои методы работы, так же как я его, но мой сугубо прикладной подход к науке был ему глубоко чужд; мне даже казалось, что он считал его недостаточно спортивным. Боюсь, что моя готовность застрелить математического зверя в тех случаях, когда я не мог затравить его по всем правилам, шокировала и его, и некоторых других моих английских друзей.

Среди интересных задач, которые мы вдвоем атаковали, можно упомянуть задачу об условиях, определяющих преобразования Фурье функций, обращающихся в нуль на полупрямой. С точки зрения чистой математики эта задача представлялась вполне достойной, и Пейли с жадностью набросился на нее. Однако в ходе работы выяснилось, что у меня есть перед ним некоторые преимущества: в отличие от него, я с самого начала понимал, что наша задача имеет также самое непосредственное отношение к электротех-

¹Порывом (франц.).

нике. Давно было известно, что острота, с которой электрический фильтр вырезает полосу частот, не может быть безграничной, хотя физики и инженеры не знали глубоких математических причин, определяющих такое положение вещей. При решении задачи, представлявшейся Пейли чем-то вроде очень красивой и трудной шахматной головоломки, ничем не связанной с реальным миром, я исходил из того, что условия, которые мы искали, были, в сущности, ограничениями, возникающими в задаче о фильтрах в связи с невозможностью воздействия будущего течения процесса на его ход в прошлом.

Между мной и Пейли, по существу, была та же разница, что и между любым крупным английским педагогом, воспитанным в классических традициях, и моим отцом. Я любил отца и знал, что при всей своей суровости он способен на настоящую мягкость. Но вместе с тем в нем не было ничего от м-ра Чипса¹. То, что м-ру Чипсу представлялось сложной и тонкой игрой, для отца было кровопролитной битвой за осуществление своих идей, с помощью которых он стремился непосредственно воздействовать на мир. Я понимаю значение английской научной школы и уважаю ее, но всем своим существом я все же связан с традициями континента.

Пейли страстно любил лыжи, хотя совсем не принадлежал к числу замечательных лыжников. У него была привычка бесшабашно ходить по самым опасным местам и так притопывать на своих огромных лыжах (при его-то весе!), что местные лыжники тревожно переглядывались. Больше всего в жизни Пейли любил риск. Малейшая попытка избежать опасности или принять какие-нибудь меры предосторожности была для него равносильна признанию в собственной слабости, т. е. вещью, несовместимой с кодексом чести настоящего спортсмена.

Пейли приезжал к нам в гости в Нью-Хемпшир; во время этого визита он продемонстрировал замечательное непонимание местной жизни и столь же замечательное неумение себя вести. Впрочем, после всех его бестактностей в Швейцарии я уже ничему не удивлялся. По дороге к нам его автомобиль застрял. Совершенно естественно, что проезжавшие мимо люди помогли вытащить машину, но, сколько я ни говорил Пейли, что это наши соседи, что помогали они из чувства дружбы и что предложение взять деньги глубоко их обидит, он все равно попытался им заплатить. Правда, в конце концов Пейли все-таки понял, что такое жизнь в Америке на лоне

¹Герой романа «До свиданья, м-р Чипс» английского писателя Джеймса Хилтона (1900–1954); имя Чипса стало нарицательным для хорошего учителя, отличающегося человеколюбием по отношению к ученикам.

природы, и даже научился уважать окрестных жителей за их дружелюбие и независимость. В сущности, Пейли до самой смерти остался школьником, и, проживи он хоть до восьмидесяти лет, в этом отношении все равно ничего бы не изменилось.

Позднее мы узнали, что необузданная гордость Пейли и постоянное стремление к опасности имели свое объяснение: он, очевидно, слышал какой-то неотвратимый зов смерти. Двух его двоюродных братьев постигла такая же страшная участь, как и его: один погиб в автомобильной катастрофе, другой — во время несчастного случая в горах.

Во время рождественских каникул Пейли отправился на лыжную экскурсию в Эдирондэк¹. Он уехал туда вместе со своим приятелем, ирландцем, который, если я не ошибаюсь, тоже был государственным стипендиатом. После экскурсии они поехали в Монреаль. По дороге в Эдирондэк они чуть не разбили вдрызг автомобиль, а тут еще им пришлось столкнуться с бандой нью-йоркских гангстеров, которые перебирались в Монреаль, чтобы обойти сухой закон. В результате Пейли вернулся в Бостон не только не успокоенным, но еще более возбужденным. У меня уже тогда была полная уверенность, что самое лучшее для Пейли — это пережить какое-нибудь по-настоящему опасное приключение, какую-нибудь катастрофу с благополучным концом.

В апреле Пейли вместе с несколькими бостонскими друзьями поехал в Канаду кататься на лыжах в Скалистых горах. Рядом с лагерем, где они остановились, было сколько угодно приятных и интересных мест для лыжных прогулок, но некоторые склоны считались лавиноопасными, и кататься там не разрешалось. К сожалению, если Пейли что-нибудь запрещали, он уже не мог этого не сделать.

Вскоре после его отъезда я получил телеграмму с сообщением о несчастье. Пересекая на своих тяжелых лыжах один из запретных склонов, он, очевидно, вызвал лавину. Его тело с оторванной ногой нашли лишь через пару дней на тысячу метров ниже места катастрофы; Пейли похоронили в Бемфе². Мне пришлось исполнить печальный долг и сообщить о его гибели матери и друзьям в Англии. Прошло немало времени, прежде чем я обрел необходимое внутреннее равновесие, чтобы возобновить работу и начать замечать, что делается вокруг меня.

После всех этих событий я сблизился с группой ученых, которую возглавлял мексиканский физик Мануэль Сандоваль Баллярта. Баллярта по-

¹Горная цепь, расположенная к северо-востоку от Нью-Йорка.

²Город на западе Канады.

знакомил меня с мексиканским физиологом Артуро Розенблотом, правой рукой замечательного гарвардского физиолога Уолтера Кэннона, которого я помнил еще с восьмилетнего возраста. Кэннон и Розенблот вместе работали в различных областях физиологии и, главным образом, нейрофизиологии. К тому времени уже было совершенно ясно, что, как бы ни сложилась научная карьера Артуро в Гарварде, продолжателем великих традиций Кэннона в первую очередь будет, конечно, он.

Плотный, энергичный человек среднего роста, Артуро Розенблот быстро говорил и быстро двигался; размышляя, он обычно торопливо ходил взад и вперед по комнате. Тот, кто видел его среди мексиканцев, не сомневался, что он истинный мексиканец, хотя на самом деле среди его предков были люди самых различных национальностей и большинство из них прожило всю жизнь в Венгрии.

Мы с Артуро с самого начала прекрасно поладили друг с другом. Но поладить с Артуро вовсе не значило прийти с ним к одинаковому мнению; скорее даже, наоборот, это значило во многом с ним не соглашаться и получать радость от этих разногласий. Прежде всего, нас объединял глубокий интерес к вопросам научной методологии, а кроме того, мы оба были убеждены, что деление науки на различные дисциплины есть не более чем административная условность, нужная лишь для удобства распределения средств и сил. Мы не сомневались, что каждый творчески работающий ученый волен ломать любые перегородки, если это нужно для успеха его работы, и нам обоим было совершенно ясно, что наука должна создаваться объединенными усилиями многих людей.

Некоторые свои взгляды на науку Артуро излагал во время необязательного научно-методического семинара, который он вел на медицинском факультете Гарвардского университета. Этот семинар посещали не только те, кто занимался медициной. На нем регулярно присутствовал Мануэль Балльярта и еще несколько преподавателей МТИ, включая меня; часто приходили и некоторые преподаватели Гарварда с кембриджской стороны¹. Естественно, что главным руководителем занятий был их организатор Артуро. Но если случалось так, что его место приходилось занять кому-нибудь другому, эта честь обычно выпадала мне. Так в течение нескольких лет благодаря семинару складывалось наше сотрудничество, которое потом превратилось в тесное творческое содружество, длящееся уже двадцать лет.

¹Основная часть Гарвардского университета расположена в Кембридже — предместье Бостона, отделенном от города рекой Ривер-Чарльз.

Хотя семинар никогда не входил в официальную программу медицинского факультета Гарвардского университета или какого-нибудь другого учебного заведения, многие его бывшие участники именно этому начинанию обязаны широким интересом к проблемам философии науки и своеобразием подхода к научным исследованиям. После того как Артуро оставил медицинский факультет Гарвардского университета и переехал в Мехико, мы продолжали наш семинар, проводя его иногда вместе, а иногда отдельно, то в Мехико, то в МТИ. В какой-то степени нам удалось сохранить атмосферу наших первых собраний, хотя мы и не могли долго поддерживать тот деятельный энтузиазм, который пылал в нас во времена, когда у каждого главные достижения были еще впереди. В последние годы семинар завоевал настолько прочную репутацию, что некоторые честолюбивые кропотели от науки начали делать попытки использовать в своих личных целях успехи, достигнутые усилиями всех.

В конечном итоге тема многочисленных бесед, которые мы вели с Розенблумом дома и на семинаре, сводилась к обсуждению возможностей применения в физиологии математики вообще и математической теории связи в частности. В результате этих разговоров возникли вполне реальные предпосылки для более тесной совместной работы, для которой, как мы надеялись, могли представиться какие-либо благоприятные возможности в будущем.

9

ПРЕДВЕСТНИКИ КАТАСТРОФЫ. 1933–1935

Пока я был в Англии, депрессия окончательно захлестнула Соединенные Штаты. К нашему возвращению она вступила в новую фазу; больше нельзя было сомневаться, что тревожные предзнаменования, и раньше не оставлявшие места для иллюзий, оказались пророческими. Как раз к приезду Пейли в Америку Англия произвела девальвацию. Я хорошо помню, как Пейли уверял меня, что этот шаг свидетельствует об исключительной мудрости правительства, так как благодаря своевременно принятым мерам Англия, в конце концов, безусловно окажется в более выгодном положении, чем другие страны. Пейли справедливо говорил, что Америка все равно вынуждена будет сделать то же самое, а преимущество всегда на стороне того государства, которое решится на это первым. Было ясно, что мир стоит перед лицом серьезных потрясений, которые наша уродливая социально-экономическая система, кое-как склеенная после войны, может и не выдержать.

Когда я в последний раз видел в Цюрихе Леона Лихтенштейна, у него было очень подавленное настроение. Оно было вызвано главным образом политическими успехами Адольфа Гитлера и нацистской партии. Леон понимал, что нацистский путч означает катастрофу и что катастрофа эта не за горами. Чуть позже, когда в газетах появились первые сообщения о начавшихся в Германии преследованиях евреев, я получил от Леона совершенно отчаянное письмо. Оказалось, что он бежал в Польшу, не дожидаясь путча. В письме, посланном из курортного городка Закопане в Высоких Татрах, Леон просил подыскать ему работу в Соединенных Штатах.

Я немедленно начал наводить справки, но еще до того, как мне удалось что-нибудь разузнать, пришло известие о том, что он умер от разрыва сердца; если не ошибаюсь, сообщила об этом его жена. Именно тогда я понял, что для нас, американских математиков, наука должна временно отойти на второй план; в первую очередь мы должны объединить наши усилия

в поисках работы и средств к существованию для множества ученых, вынужденных волей обстоятельств покинуть свою родину.

Приблизительно в это же время я получил письмо от жены д-ра Саса, милого маленького венгра, заботливо опекавшего меня в трудные студенческие годы в Геттингене. Письмо произвело на меня тяжелейшее впечатление. К счастью, вскоре состоялось заседание Математического общества и мне представилась возможность поговорить с моим коллегой из Цинциннати Ирвингом Барнеттом, тем самым математиком, который когда-то познакомил меня с теорией обобщенного интегрирования. Барнетт сказал, что через некоторое время он сможет устроить Саса у себя; пока же дирекция МТИ соглашалась на один-два года принять его к нам, что было крайне важно, так как за этот срок он мог существенно усовершенствовать свой английский.

Сас переехал в Америку, а через некоторое время к нему присоединились дочь и брат. Около двадцати лет трудится он в Соединенных Штатах, и известность, завоеванная им в Америке, гораздо более соответствует его замечательным способностям, чем то скромное положение, которое он занимал в Германии.

Но Сас был только первой ласточкой. Вскоре в Америку хлынул целый поток эмигрантов, который частично прошел и через мои руки. Я помогал найти работу в Соединенных Штатах Радмахеру, Полю, Сеге и многим другим.

Профессор Радмахер из Бреслау¹ приехал в Соединенные Штаты по приглашению Кляйна, работавшего в Пенсильванском университете. Узкой специальностью Радмахера была аналитическая теория чисел — область математики, до этого очень слабо представленная в Америке. Радмахер создал у нас целую школу ученых, работающих в этом направлении; многие из лучших его работ также выполнены в Соединенных Штатах.

Венгры Поля и Сеге были особенно сильны в классическом анализе. Еще до приезда в США они вдвоем написали очень интересную книгу, составленную из большого числа задач того уровня, который наиболее подходит для молодых людей, только начинающих самостоятельную исследовательскую работу. Их обоих принял Стэнфордский университет, с которым Поля расстался совсем недавно, достигнув пенсионного возраста.

Эмми Нетер, самая замечательная из женщин-математиков, была тепло принята в Брин Маре². К несчастью, через несколько лет после переезда

¹Теперь город Вроцлав в Польше.

²Женский колледж в г. Брин Мар (штат Пенсильвания).

в Америку она умерла. Судя по всему, ее смерть никак не связана с нацистским режимом.

Еще до присоединения Австрии к Германии Менгер написал мне из Вены, прося выяснить, можно ли ему рассчитывать на прибежище в Соединенных Штатах. Нам удалось добиться его приглашения в университет Нотр-Дам; позже он перешел в Иллинойский технологический институт.

Принстонский университет охотно распахнул двери перед фон Нейманом, бывшим в детстве чем-то вроде вундеркинда, Эйнштейном и Германом Вейлем, бесспорно величайшим немецким математиком после Гильберта. Позже они все троем перешли во вновь организованный Институт перспективных исследований¹, которым руководил Веблен. Вообще, Веблен и Кляйн, вероятно, проявили наибольшую заботу о европейских ученых, бежавших в Америку, но я горжусь тем, что тоже внес свою лепту в это дело.

Как только возникла проблема устройства беженцев, я сразу же попытался войти в контакт с еврейскими благотворительными организациями и отдельными состоятельными еврейскими семьями, чтобы получить средства для выполнения труднейшей задачи спасения как можно большего числа людей от нацистских бесчинств. Однако во многих случаях я встретил весьма сдержанный прием. Еврейские благотворители довольно часто отказывались заниматься учеными, считая, что большинство из них не признает себя евреями. Это была пора расцвета сионизма², и руководители сионистского движения в США требовали, чтобы средства, которые тратятся за границей или на иностранцев, прежде всего шли на начинания сионистского характера и только во вторую очередь (если только эта очередь когда-нибудь наступала) на остальные нужды.

Несмотря на это, мы все же сумели получить в различных еврейских организациях значительные суммы на устройство ученых-беженцев, хотя я думаю, что по крайней мере половина всех средств была заимствована из бюджета — и без того весьма напряженного — наших университетов и из крупных научных благотворительных фондов, например из фондов Рокфеллера и Гуггенхайма.

Как раз в разгар наплыва эмигрантов меня пригласили принять участие в работе Государственной академии наук. Это учреждение было основано во времена гражданской войны³ с целью помочь правительству ис-

¹Institute for Advanced Study.

²Сионизм — еврейское националистическое движение, ставившее своей целью возрождение национального еврейского государства в Палестине.

³Война 1861–1865 гг. между северными и южными штатами Америки.

пользовать знания ученых. Но с течением времени Академия из важного правительственного органа превратилась во второстепенную канцелярию, где интересовались главным образом выбором новых членов. Бесконечные интриги, которыми здесь все с увлечением занимались, вызывали у меня чувство глубокого отвращения; само здание Государственной академии казалось мне символом напыщенной претенциозности в науке и невольно ассоциировалось с учеными, носящими безупречные сюртуки и полосатые брюки. Познакомившись с привилегированной кастой научных деятелей и отдав дань своей природной любознательности, я расстался с Академией.

В течение всего периода между возвращением из Англии и поездкой в Китай я принимал самое деятельное участие в собраниях Математического общества. Юноша, только начинающий карьеру ученого, не может позволить себе роскошь тратить слишком много времени на заседания. У пожилых людей, к которым с некоторых пор я с сожалением должен отнести и себя, уже не хватает на это энергии, тем более, что при посещении заседаний они тратят больше сил, чем молодежь, так как их обязательно просят председательствовать или принять участие в каких-нибудь комиссиях. Кроме того, пожилой ученый обычно обладает уже достаточным влиянием и ему не нужны заседания, чтобы встречаться со своими коллегами — интересующие его люди приходят к нему домой. Вот почему средний возраст — самое подходящее время для активного участия в любого рода собраниях и заседаниях.

Лично мне самое большое удовольствие доставляли собрания Математического общества, которые происходили весной где-нибудь на юге. С истинным наслаждением я покидал еще почти зимний Бостон и, оставляя позади неприветливые просторы Массачусетса и Коннектикута, где на голых деревьях только-только появлялась легчайшая зеленая дымка, попадал в Пенсильванию и Мэриленд, где уже можно было любоваться пурпурным одеянием иудиных деревьев и белым убором кизила. Обычно мы брали с собой кого-нибудь из детей, и мне кажется, что Барбара и Пегги получали от этих поездок ничуть не меньшее удовольствие, чем мы сами.

Но о том, что профессору Морзе из Института перспективных исследований и мне совместно присуждена премия Боше за лучшие работы по анализу, было объявлено вовсе не на одном из этих радостных весенних собраний, а на зимнем заседании в Кембридже, в пронизывающе холодный день, когда термометр показывал 18° ниже нуля, и в насквозь промерзшей аудитории Радклифского колледжа, где мы сидели, пар вырывался изо рта. Признание всегда приятно, но на сей раз я испытывал особенное удоволь-

ствие от того, что эта награда означала признание Германа Вейля — ученого, мнением которого я дорожил больше всего.

В Америке одним из показателей успеха ученого-математика является почетное предложение написать книгу для специальной серии монографий, издаваемой Американским математическим обществом. Внутреннее удовлетворение, которое приносит такое предложение, не меньше удовлетворения, испытываемого от получения премии. В моем случае вопрос о целесообразности такого предложения обсуждался в течение нескольких лет, причем самым пылким сторонником моей кандидатуры был Тамаркин. В конце концов, вскоре после смерти Пейли было принято решение предложить мне написать книгу. Будь Пейли жив, мы бы, конечно, писали эту книгу вдвоем; теперь же в память о нем я считал себя обязанным включить в нее результаты нашей совместной работы и результаты моих личных исследований, примыкающие к тому кругу вопросов, которыми мы занимались с ним вместе.

Книга, написанная мной для серии монографий, называлась «Преобразования Фурье в комплексной области» (*Fourier Transforms in the Complex Domain*), она была издана под двумя фамилиями — Пейли и моей. Материал, включенный в книгу, я представил Математическому обществу на летнем собрании 1933 года, проходившем в очаровательном городке Вильямстауне¹.

Приблизительно в это же время, т. е. в 1933–1934 учебном году, на математической кафедре МТИ появилась группа талантливых студентов. Самым интересным из них был, конечно, Клод Э. Шеннон. Уже тогда он высказал идею, с самого начала обнаружившую глубокую оригинальность его мышления и оказавшуюся впоследствии крайне важной для исследований в области релейно-контактных схем, вычислительных машин и возникшей отсюда теории информации.

Поскольку эта идея оказала большое влияние на все дальнейшее развитие науки, стоит сказать здесь о ней несколько слов. Обычные выключатели, позволяющие зажигать и тушить свет в комнате, знакомы всем. Как правило, каждая электрическая лампочка имеет один выключатель. Во многих домах, однако, имеются и более сложные устройства. Например, иногда электрическая сеть устроена так, что свет, освещающий лестницу, можно включить, повернув выключатель на нижней площадке, и выключить, повернув выключатель наверху (или, наоборот, включить наверху и выключить внизу). Можно сделать так, чтобы одна лампочка зажигалась и тушилась четырьмя

¹ Небольшой город в штате Массачусетс, известный благодаря мужскому колледжу Вильямс.

или пятью выключателями, расположенными в разных местах. Так вот, открытие Шеннона состояло в том, что он понял, что методы конструирования наиболее экономичных цепей с несколькими выключателями, действующими на один прибор, представляют собой фактически раздел математической дисциплины, называемой алгеброй логики.

Электрические сети с большим числом выключателей крайне важны для автоматических телефонных станций; неудивительно поэтому, что талант Шеннона оказался максимально соответствующим задачам, решаемым в лаборатории телефонной компании Белла. В качестве сотрудника этой лаборатории Шеннон добивался одной победы за другой. Его интересы охватывали одновременно вопрос о нахождении числовой меры количества информации, конструирование электрической мыши, способной научиться находить кратчайший путь в лабиринте, методы игры в шахматы на электрических вычислительных машинах, задачи кодирования и декодирования сообщений и вообще все проблемы, составляющие содержание современной теории информации. При всем том он все время оставался верен своей первой любви в науке — любви к задачам о дискретных устройствах типа «да» или «нет», вроде обычных выключателей, которые он явно предпочитал вопросам о непрерывно меняющихся величинах типа силы тока, текущего по проводу.

Именно эта склонность к дискретному сделала Шеннона одним из крупнейших ученых нашего века, века электронных вычислительных машин и заводов-автоматов. В частности, именно благодаря его трудам владение методами математической логики — этой наиболее абстрактной из всех математических дисциплин — стало совершенно необходимым для участия в многообразной научной работе в области техники связи, проводимой в лаборатории телефонной компании Белла.

Хотя Шеннон учился в МТИ и одним из первых обративших на него внимание и оценивших по заслугам его редкие способности оказался Буш, все то время, пока Шеннон был студентом, я с ним почти не встречался. Зато в последующие годы пути, по которым мы шли в науке, если и не совпадали полностью, то, во всяком случае, пролегали очень близко и наши научные связи значительно расширились и углубились.

Два других интересных молодых человека, появившихся в начале 30-х годов на математической кафедре МТИ, — это У. Т. Мартин и Роберт Камерон. Позже Мартин ушел из института и возглавил кафедру математики университета в Сиракузах¹, причем он проявил себя столь блестящим орга-

¹Город в штате Нью-Йорк.

низатором, что мы снова позвали его в МТИ, предложив заведовать нашей собственной кафедрой математики. Его неизменная честность и дружелюбие по отношению к товарищам во многом содействовали тому, что наша кафедра достигла своего теперешнего состояния. Мартин и Камерон совместно выполнили ряд работ, развивавших дальше мои исследования по теории броуновского движения, и добились того, что это направление исследований превратилось в обширную область математики, пользующуюся всеобщим признанием. Впоследствии Камерон перешел в Миннесотский университет, но и после этого он в течение многих лет продолжал время от времени работать вместе с Мартином.

Одновременно с Мартином и Камероном в МТИ изучали математику трое молодых людей, еще в большей степени связанных со мной и моим математическим творчеством. Норман Левинсон, Генри Мейлин и Самюэль Сасло происходили из еврейских семей; все они, хоть и по-разному, ощущали на себе гнет расовых предрассудков, к счастью, не настолько тяжелый, чтобы окончательно их сломить.

Сасло был старшим из трех и по отношению к двум другим играл роль заботливого брата. Самым сильным математиком среди них, бесспорно, был Левинсон; впоследствии он, как и я, получил премию Боше. Сейчас Левинсон работает в МТИ и считается одним из наиболее выдающихся ученых среднего поколения. Мейлин успешно заботился о поддержании *esprit de corps*¹ этой троицы, что было чрезвычайно важно, так как без такой заботы вряд ли можно преодолеть все трудности, стоящие на пути профессионала-математика.

Левинсон начал работать под моим руководством в совсем юном возрасте и еще до получения степени бакалавра выполнил важное исследование, обобщающее классическую теорию рядов Фурье, причем он развил это обобщение так далеко, как только было возможно. Я скоро почувствовал, что мальчик уже взял от меня все, что можно, и нуждается в контакте с другими учеными. Харди выразил желание принять его у себя в Кембридже, и нам удалось добиться, чтобы МТИ назначил Левинсону стипендию Рэдфильда Проктора для поездки в Англию. Все это происходило в 1934 году. У Харди Левинсон показал себя настолько хорошо, что после него ко всем математикам, приезжавшим из Америки, в Кембридже относились с большим доверием и симпатией.

К тому времени, когда я начал работать с этими тремя юношами, мой китайский друг Ли и японский друг Икехара уже покинули меня. Выше

¹ Духа корпорации (франц.).

я рассказывал, как мы узнали о том, что Икехара находится в крайней нужде, и как помогли ему вернуться на родину.

Ли тоже уехал в Китай в поисках работы. Он пробовал служить в государственных учреждениях и на частных предприятиях, но скоро убедился, что такого рода служба несовместима с его понятиями честного человека. К счастью, через некоторое время он получил место профессора электротехники в университете Цинь-Хуа¹, который как раз в это время переживал период реорганизации: из обычного учреждения, занимающегося подготовкой вспомогательных научных сил для Соединенных Штатов (в порядке компенсации за боксерское восстание²), он превращался в самостоятельное учебное заведение. Здесь Ли, наконец, почувствовал себя в родной стихии.

Ли не забыл обо мне. В 1934–1935 академическом году я получил приглашение от руководителей университета приехать прочесть годовой курс лекций по математике и электротехнике. Хотя приглашение носило совершенно официальный характер и было подписано ректором Меем и деканом факультета Ку (ставшим впоследствии заместителем министра просвещения Китая), послано оно было, конечно, по инициативе Ли. Длинные переговоры, последовавшие за приглашением, отняли у меня немало времени и сил. Вообще говоря, я готов был поехать, но неустойчивость положения в Китае внушала мне серьезные опасения, и к тому же неясно было, как уладить дела в МТИ. В конце концов все устроилось и я дал согласие на поездку. Барбаре к тому времени исполнилось семь лет, Пегги — пять. У нас не было никакой уверенности, что длительное путешествие не отразится на их здоровье, но мы все-таки решили взять детей с собой.

Я с удовольствием думал о предстоящем путешествии в Китай. И не только потому, что вообще любил путешествовать. Отец научил меня смотреть на мир науки как на единое целое и считать науку каждой отдельной страны, какого бы высокого уровня развития она ни достигала, лишь частью этого единого мира. На моих глазах американская наука, долгое время бывшая лишь бледным отражением европейской, стала значительным и вполне самостоятельным явлением человеческой культуры, и я не сомневался, что то же самое может произойти в любой стране, и уж во всяком случае в любой стране, доказавшей свою способность к интеллектуальному и культурному совершенствованию. Я считал, что превосходство европейской культуры над великой культурой Востока — лишь временный,

¹ Университет Цинь-Хуа был основан в Пекине в 1911 г.

² Народное восстание в Китае, направленное против господства иностранных интервентов, происходившее в 1900 г.

случайный эпизод в истории человечества, и мечтал самостоятельно познакомиться с особенностями жизни и образа мыслей неевропейских народов. Маргарет сочувствовала моим планам, поскольку расовые и национальные предрассудки всегда были ей так же чужды, как и мне. Даже наших дочерей, хотя они были еще совсем маленькими детьми, мы старательно воспитывали так, чтобы национальные условности не оказывали на них влияния.

Начало лета мы, как обычно, провели в нашем доме в Сэндвиче. Я совершал экскурсии со своими юными друзьями, которые уже заметно начали взрослеть. Сев, как обычно, на поезд в Мередите, мы отправились на север и через Монреаль приехали в Чикаго. Оттуда мы направились в Калифорнию, где меня попросили прочесть несколько лекций в Стэнфордском университете; там мы встретились с нашими друзьями Сеге, Поля и некоторыми еще более давними знакомыми. Наконец, погрузившись на пароход компании «Доллар», мы отплыли в Японию.

КИТАЙ. ПУТЕШЕСТВИЕ ВОКРУГ СВЕТА

На пароходе оказалось довольно пестрое общество: миссионеры, возвращающиеся на родину, японские офицеры и группа туристов с гидом, но, связанные двумя маленькими детьми, мы за все время путешествия так ни с кем как следует и не познакомились.

В Иокогаме нас встретил мой друг Икехара, преподававший тогда в университете в Осаке; в течение двух недель, которые мы провели в Японии, он был нашим заботливым опекуном.

В Токио нам заранее приготовили комнаты в отеле «Империяль» — фантастическом сооружении, построенном по проекту американского архитектора Франка Ллойда Райта¹. Кроме того, Икехара договорился, что одна японская дама, бывавшая в США, возьмет на себя заботу о наших детях. Случаются же иногда чудеса! Оказалось, что с этой дамой мы хорошо знакомы, так как она жила в Бостоне и Барбара дружила в детском саду с ее дочерью. Дети великолепно чувствовали себя у нее в доме, и мы не знали никаких хлопот.

Отель был великолепен, и пища очень хороша, но в те времена за всеми, кто там жил, тщательно следили. По имевшимся у нас сведениям, американке, продававшей куклы и сувениры, было поручено докладывать о каждом нашем слове и каждом шаге дирекции отеля, а может быть, и полиции. Вполне вероятно, что официанты в ресторане на самом деле тоже были не только официантами. Но мы все равно прекрасно проводили время, и Маргарет с радостью занималась покупкой японских безделушек.

В первые дни, несмотря на жаркую августовскую погоду, я встретился со многими университетскими преподавателями и сделал несколько докладов. У меня создалось впечатление, что научно-педагогическая работа в Токийском университете поставлена весьма неплохо, но я чувствовал, что

¹Райт Ф. Л. (1869–1959) — знаменитый американский архитектор, один из создателей современной американской архитектуры.

здесь уже появилась та косность, которая заражает многие учебные заведения, уверенные в своем ведущем положении в стране. Во всяком случае, профессора Токийского университета смотрели немножко свысока на своих коллег из менее значительных университетов.

Икехара сопровождал нас в Осаку, где оказалось еще жарче, чем в Токио. Математический клуб Осацкого университета мне понравился. Из этого клуба вышли многие выдающиеся японские ученые, как, например, Иошида и Какутани, бесспорно принадлежащие к числу лучших математиков мира.

Мы осматривали величественную башню Осаки. Я не знаю ни одного сооружения в Европе, которое производило бы такое же впечатление мощи и неприступности, как эта гигантская постройка. Массивные стены из нависающих каменных глыб могли бы и сейчас утратить целую армию. Эта башня кажется выложенной из камня иллюстрацией к истории Японии эпохи самураев и ронин¹.

В Кобе мы сели на маленький японский пароход, направлявшийся в Китай. Несколько дней мы плыли между живописных японских островов, потом справа от нас показались мрачные голые холмы Кореи, Шандунский полуостров и, наконец, порт. Кормили нас плохо и однообразно, а спутники, вполне интересные с точки зрения знакомства с различными человеческими типами, оказались не очень приятными товарищами по путешествию.

Через несколько дней мы увидели рыбацьи суда, отплывающие от низкого грязного берега, и скоро пристали к молу недалеко от железнодорожной станции Танку. Мы были удивлены, заметив, что китайские носильщики гораздо выше большинства японцев, которых мы видели, хотя и среди японцев нам попадались люди сравнительно высокого роста и плотного телосложения.

Скоро на борт поднялся китайский таможенный чиновник, разыскал нас и вежливо сообщил, что д-р Ли уже ждет на берегу. Через несколько минут мы вместе с Ли сидели на вокзале в огромном пустом зале ожидания, украшенном изображениями курортов Бейтайбо. Ли сообщил нам, что женился, но не сказал, кто его жена. Он сейчас же принялся обсуждать со мной наши завершённые совместные работы и перспективы дальнейших исследований.

Скоро подошел поезд на Бэйпин², и мы разместились в купе второго класса. Снаружи железнодорожные вагоны ничем не отличались от амери-

¹Ронин — самурай, не связанный с князем вассальными отношениями.

²Так до 1949 г. назывался г. Пекин.

канских, но внутри были разбиты на купе так, как это принято в Европе. Водяного охлаждения не было, зато в одном конце вагона стояла небольшая печка, на которой к услугам пассажиров всегда кипел чайник. Вообще, мы скоро убедились, что горячий чай — такая же характерная деталь китайского быта, как холодная вода — американского.

Мы ехали по плоской равнине, напоминающей равнины Канзаса; здесь тоже рос маис и, кроме того, высокое китайское сорго¹. Крыши крестьянских глинобитных домов казались совсем не такими вычурными, как на картинках с изображением видов Южного Китая. Скоро показались пустынные Западные холмы, и не успели мы оглянуться, как очутились на главном вокзале Бэйпина. Проехав еще семь миль на такси, мы попали в Южный Компаунд². Он состоял из небольших современных коттеджей, расположенных, однако, не вдоль улицы, как это принято на Западе, а обращенных фасадом только на юг, так что из окон комнат одного коттеджа видна кухня другого.

Нас встретила госпожа Ли, и мы увидели, что она вовсе не китаянка. Жена Ли была высокой, красивой женщиной родом из Канады; раньше она работала в Нью-Йорке в той же фирме, что Ли, и, устроившись в Китае, Ли тотчас выписал ее к себе. Г-жа Ли занималась домом и слугами, которые не только сейчас же явились к нам, чтобы помочь устроиться на новом месте, но даже заранее приготовили для нас очень вкусный обед.

Прошло несколько дней, прежде чем мы освоились с жизнью в Цинь-Хуа. Китайский и английский языки пользовались здесь равными правами, так как западная история, литература и философия, так же как естественные науки, преподавались в основном на английском языке. В университете работало несколько профессоров с Запада, но большинство преподавателей составляли китайцы, получившие образование за границей, чаще всего в Соединенных Штатах, иногда в Англии, Германии или во Франции.

Любопытно, какой глубокий отпечаток накладывает на людей образование, полученное в чужой стране. У одной китаянки, учившейся в Париже, была такая типично французская походка, что ее можно было узнать за два квартала. Другой маленький, крайне самоуверенный профессор, получивший образование в Германии, внешне только какими-то мелочами отличался от законченного нациста. Многие из профессоров, побывавших в Соединенных Штатах, казались такими же американцами, как мои коллеги на родине, а один преподаватель английского языка, неизменно одетый в костюм из

¹Злак, из стеблей которого в Китае добывают сахар.

²Компаунд (compound) — поселок при каком-либо предприятии или учебном заведении.

твида, был настоящим оксфордцем не только по манере держаться, но и по своему душевному складу.

С профессором Хонгом, главой математического факультета университета Цинь-Хуа, я уже встречался во Франции. Он в равной мере чувствовал себя дома и в Париже и на гребне Западных Холмов, а его одиннадцатилетний сын был одаренным мальчиком совершенно в западном стиле и с одинаковой легкостью мог написать сочинение для парижского *lycée*¹ по-французски или изложить свое мнение о конфуцианских добродетелях на классическом китайском языке.

Прежде всего нам пришлось заняться разрешением ряда насущных проблем из области есть-пить-спать. Ли подыскали для нас несколько слуг. Мы получили пожилого дворецкого, или боя номер один, работавшего раньше у кого-то из сотрудников французского посольства. Предполагалось, что он немного говорит по-французски, но его знания в основном ограничивались словом *oui*². Кроме того, в нашем распоряжении были горничная, слуга-рикша, мусульманин средних лет, отвозивший наших детей в американскую школу при Йенчинском университете, и повар, или «великий знаток», как его называли по-китайски. Нельзя сказать, чтобы искусство повара полностью оправдывало этот пышный титул, но, во всяком случае, он умел готовить вполне сносные блюда.

Очень важно было найти преподавателя китайского языка для меня и Маргарет. Ли прислал к нам высокого, степенного китайца средних лет, в длинной одежде, немного знавшего английский язык. Правда, со своими учениками он все равно никогда не говорил по-английски, но зато приносил на уроки учебник на английском языке, который служил нам хорошим подспорьем во время устных занятий. Мы не огорчались медленным темпам, и оба с огромным интересом изучали этот новый, совсем незнакомый нам язык. Вскоре выяснилось, что наш учитель не ограничивается преподаванием, а занимается еще распространением местных сплетен. Благодаря ему мы всегда знали, кто из соседей устроил грандиозный банкет, длившийся всю ночь, у кого неприятности с прислугой и в чьем доме должно состояться воскресное собрание христианской общины.

Барбаре и Пегги предстояло посещать начальную школу при Йенчинском университете. Еще до начала занятий они подружились с детьми наших соседей Ни, мать которых тоже была американкой. Стая младенцев совершала набеги на окрестные огороды, нарушала домашний покой со-

¹ Лицея (франц.).

² Да (франц.).

седей и причиняла множество других неприятностей, которые постоянно принимают дети с избытком энергии.

Американская школа в Яньчине представляла собой одну комнату, в которой одновременно занимались все ученики, начиная с самых младших и кончая самыми старшими. Большинство учителей преподавало одновременно в Йенчинском университете. Все дети, кроме наших, настолько бегло говорили по-китайски, что Барбара и Пегги не могли даже думать о том, чтобы их догнать. Иногда деревенские ребята кричали им вслед бранные слова, и девочки, естественно, выучивали китайские ругательства с рвением, без которого в данном случае вполне можно было бы обойтись. Они кричали в ответ то же самое, не понимая смысла того, что говорят. Когда моя дочь спросила значение одной из этих фраз у преподавателя китайского языка, он поставил ее в угол.

Посещение школы очень много дало моим дочерям. Отсутствие формального деления на классы позволило Пегги сделать гораздо большие успехи, чем в обычной школе. Она была единственной начинающей ученицей и раньше чем через полгода начала по-настоящему читать.

Вскоре после нашего приезда в Цинь-Хуа профессор Хонг и его супруга пригласили всех преподавателей математического факультета на пикник в Новый летний дворец. Это был ансамбль галерей и храмов в стиле рококо с окнами самой фантастической формы, напоминающими то вазу, то лютю, то сердце, то ромб. Мы бродили по длинным извилистым дорожкам, любовались деревьями гинкго¹ и лестницами, поднимающимися одна над другой по склонам холмов, на вершине которых стояли маленькие летние беседки.

Г-жа Хонг приготовила множество китайских лакомств. Служители математического факультета разносили их в корзинах и как равные участвовали в празднике. Сыновья Хонга рисовали забавные шаржи на всех присутствующих в своеобразном смешанном западно-восточном стиле.

Все, кроме нас, говорили по-китайски, хотя и знали английский язык. На пикнике царила атмосфера полной непринужденности и гости свободно общались друг с другом. Если в беседу вступали служители, никто не проявлял недовольства и не пытался пренебречь их замечаниями.

Позднее мы получили приглашение посетить дом Хонгов, который показался нам похожим на музей — столько там было великолепных образцов современной китайской живописи. На стенах висели многочисленные панно с тонкими, искусно выполненными изображениями рыб, креветок, крабов

¹ Деревья, достигающие 40 м высоты, со съедобными семенами.

и других маленьких обитателей моря. Китайская живопись, так же как и живопись их учеников японцев, отличается изяществом, вкусом и полным отсутствием той слащавой сентиментальности, которая так портит многие картины западных мастеров. Для буддистов бог неотделим от природы, через которую он выражает себя. Они видят бога во всем, что их окружает, а отнюдь не представляют его себе в виде какой-то квазичеловеческой личности, привнесенной в мир откуда-то извне.

От китайских картин естественно перейти к китайским банкетам, так как кулинария в Китае — такой же вид искусства, как живопись. Для меня, вегетарианца, здесь всегда был богатый выбор блюд — недаром в Китае существовала целая школа поварского искусства, специально приспособленная для удовлетворения вкусов буддийских монахов-вегетарианцев. Но при всей любви к китайской кухне, мне все-таки трудно было выдержать вечер с двадцатью-тридцатью переменах кушаний. Боюсь, что блюда, которые мы заказывали дома, оскорбляли профессиональное достоинство нашего «великого знатока», так как мы явно предпочитали плебейскую пищу всевозможным деликатесам, лишая его возможности продемонстрировать свое искусство.

Лекции в Цинь-Хуа я читал на английском языке, который хорошо понимали все студенты. Некоторые из них впоследствии стали специалистами в области чистой математики или электротехники. Жизнь разбросала их по многочисленным университетам Китая и Соединенных Штатов. В перерывах между занятиями я обычно потягивал чай, который постоянно держали наготове служители факультета, и без конца играл со своими коллегами в шахматы, крестики-нолики или го¹. Но в игре в го я так и не стал мастером и среди знатоков математического факультета Принстонского университета и Института перспективных исследований до сих пор чувствую себя сущим младенцем.

Я продолжал работать с д-ром Ли над проблемами теории электрических цепей. Кроме того, мы начали одну лабораторную работу в этом направлении, но не довели ее до конца, так как столкнулись с техническими трудностями, которые в тех условиях оказались для нас непреодолимыми.

Идея, которую Ли и я хотели осуществить, состояла в том, чтобы, следуя Бушу, построить аналоговую счетную машину, работающую с высокой скоростью, характерной для электрических цепей, а не с гораздо меньшей скоростью, только и возможной при использовании вращающихся валов и других механических устройств. В принципе, этого вполне можно было до-

¹Сложная японская игра, отдаленно напоминающая шашки.

стигнуть, и впоследствии другие исследователи сумели осуществить нашу идею. Нам же не хватило ясного понимания своеобразных проблем, возникающих при конструировании приборов, в которых движение на выходе передается обратно на вход и таким образом воздействует на дальнейшую работу прибора. Приборы такого типа в настоящее время хорошо известны как приборы с обратной связью.

Механизм обратной связи использовался уже Бушем в его счетных устройствах. Однако этот механизм сам по себе далеко не безобиден. Слишком сильная обратная связь неизбежно приводит к колебаниям всего прибора, которые невозможно успокоить. В случае сравнительно слабой обратной связи, используемой в механических интеграторах системы Буша, эту трудность легко преодолеть, но в применении к чисто электрическим устройствам, в которых обратная связь играет гораздо большую роль, проблема устойчивости оказывается куда более серьезной. Для того чтобы с ней справиться, мне следовало бы начать с самых основ и постараться построить последовательную полную теорию обратной связи. В то время я этого не сделал, и поэтому мы так и не добились успеха.

Основным моим делом, однако, было чтение лекций по обобщенному гармоническому анализу и по вопросам, которые излагались в книге, вышедшей под именем Пейли и моим. Одновременно я погрузился в новую область чисто математических исследований, связанных с так называемыми квазианалитическими функциями.

За последние полтора столетия математический анализ, выросший из дифференциального и интегрального исчисления, расщепился на два основных направления. Одно из них, называемое теорией функций комплексного переменного, представляет собой продолжение исследований XVIII века, касающихся «степенных рядов», т. е. сумм взятых с некоторыми коэффициентами величин $1, x, x^2$ и т. д., где x — переменная величина. Эта теория специально приспособлена для изучения величин, изменяющихся очень плавно. Было время, когда предполагалось, что плавным является изменение всех вообще величин, с которыми только может иметь дело математика. Но уже в конце XVIII столетия при создании гармонического анализа, возникшего из изучения механических систем, совершающих колебания, выяснилось, что кривые, составленные из кусков, никак не подогнанных друг к другу, также могут рассматриваться в математическом анализе. Эта точка зрения привела сперва к общей теории рядов Фурье, а затем к еще более общему направлению исследований, известному теперь как теория функций действительного переменного.

Таким образом, теория функций действительного переменного и теория функций комплексного переменного представляют собой две отдельные, хотя и связанные друг с другом математические дисциплины, которые не являются одна развитием другой в том смысле, в каком материал лекций, читаемых на втором курсе университета, является развитием материала, излагаемого на первом курсе, но отражают принципиально отличный подход к вопросу о природе математических величин и о характере возможной зависимости одной величины от другой. Разумеется, за полтора года развития эти дисциплины как-то влияли друг на друга. Однако только недавно математики выяснили, что имеется некоторая промежуточная область исследований, в которой могут быть использованы методы обеих указанных дисциплин. А именно, существуют, оказывается, кривые, достаточно гладкие для того, чтобы любая часть такой кривой определяла уже весь ее дальнейший ход, но в то же время недостаточно гладкие для того, чтобы к ним можно было применить классическую теорию функций комплексного переменного. Изучение таких кривых и составляет содержание того, что сейчас называется теорией квазианалитических функций. Наибольшие заслуги в этой области принадлежат французским математикам и, в частности, Солему Манделъбройту — автору ряда прекрасных работ о квазианалитических функциях. Некоторые относящиеся сюда результаты имелись также в нашей с Пейли книге; дальнейшим их развитием я и занимался во время моего пребывания в Китае.

Я рассчитывал, что вскоре смогу встретиться с Манделъбройтом, например, на научном конгрессе, который должен был состояться в Осло в 1936 году. Когда я услышал, что Адамар, шеф Манделъбройта, тоже собирается приехать в университет Цинь-Хуа, я обрадовался еще и потому, что надеялся с его помощью договориться о встрече с Манделъбройтом во Франции по пути на конгресс.

Я уже говорил, что исследования, которые я проводил вместе с Пейли, имели непосредственные приложения в теории электрических цепей. Любопытно, что эти приложения были связаны с теми же математическими результатами, из которых родилась теория квазианалитических функций. Таким образом, здесь снова, как и во многих других моих работах, соображения, связанные с конкретными прикладными задачами, привели меня к разработке вопросов, относящихся к некоторым из наиболее абстрактных областей чистой математики.

Мне кажется, что в этом отношении мой взгляд на науку совпадает со взглядами, господствовавшими в XVIII–XIX столетиях и проявившими-

ся позже в работах таких ученых, как Гильберт и Пуанкаре. В настоящее время подобное отношение к взаимосвязи чистой и прикладной науки не является общепринятым ни в Америке, ни в других странах. Но я верю, что не случайно двое американских ученых, наиболее бесспорно относящихся (или совсем недавно относившихся) к числу немногих действительно великих математиков мира, придерживались тех же взглядов, что и я, — я имею в виду Германа Вейля и Джона фон Неймана.

Математические исследования квазианалитических функций не заполняли, конечно, всего моего времени в Бэйпине; напряженная работа чередовалась с периодами, когда я просто с любопытством наблюдал за своеобразной панорамой незнакомой мне жизни Китая.

Мы довольно часто ездили в город: когда на автобусе, когда на такси, а порой пользовались услугами рикши. Последнее было наиболее захватывающим, несмотря на некоторый стыд, который испытываешь, когда тебя несет другой человек. В чайной, у северных ворот города, можно было сменить рикшу. В городе и за его пределами работали две разные группы рикшей: рикши, работавшие в городе, не имели права заходить дальше этой чайной. Поэтому рикша, который доносил вас до этой чайной, заключал сделку с таким же рикшей из другой группы, который платил ему за его работу. Пассажир же по окончании путешествия выплачивал второму рикше сумму, причитавшуюся им обоим.

Когда мы впервые отправились в город, нас просто осадила целая толпа рикшей, которые чуть не разорвали нас на куски, стремясь оказать нам свои услуги. По совету Ли мы с Маргарет выбрали по одному рикше, после чего в этом отношении проблем у нас больше не возникало. Наш постоянный рикша был практически всегда в нашем распоряжении, когда мы приезжали и сходили с автобуса, а если его там не было, он всегда оставлял для себя замену. Все остальные рикши уважительно относились к такого рода сделкам.

Когда мы обедали в городе, моя жена, как правило, посылала рикше то, что оставалось на сервировочных блюдах. Мой рикша был мусульманином и ел только мусульманскую пищу, поэтому я доплачивал ему еще некоторую сумму, чтобы он мог пообедать. Оба наших рикши были очень преданны нам, особенно после одного случая, когда рикша, который возил Маргарет, повредил себе глаз во время драки с другим рикшей, и она послала ему денег, чтобы ему было на что жить, пока он не выздоровеет. Когда мы уезжали из Бэйпина, он подарил нашим девочкам китайские панамки, а мой рикша подарил нам банку превосходного чая с ароматом жасмина.

Мой рикша был как умен, так и предприимчив. Он читал газеты, и позднее, когда в университет Цинь-Хуа приехал профессор Адамар, он спросил меня, правда ли, что Адамар Чжэнь такой великий математик, как пишут в газетах. У меня нет ни малейшего сомнения в том, что отчасти интерес рикши состоял в том, чтобы получить у Адамара постоянную работу, однако он был не менее предприимчив, и обладал такими же обширными познаниями, какие вы можете ожидать от весьма интеллигентного американского таксиста.

В городе Маргарет частенько делала покупки в магазинах Клок Шоп, Биг Белл Шоп и других местечках подобного рода. В этих первоклассных китайских магазинчиках обслуживание зачастую было превосходным и даже современным, однако их убранство и одежда продавцов были исключительно в китайских традициях. Продавцы носили хлопчатобумажные платья, которые соответствовали занимаемому ими положению, а владелец магазина и его основные помощники были одеты в платья из серого или синего шелкового дамаста. В магазинах разговаривали на хорошем английском или хорошем китайском языках. Пиджин-инглиш¹ был практически неизвестен в Бэйпине. В отношениях Шанхая, китайского Нью-Йорка, и Бэйпина, китайского Бостона, чувствовался снобизм и стремление возвыситься над соперником. Шанхайские дамы не отставали от нью-йоркских в своем желании придерживаться последних веяний моды, и их китайские одежды нередко носили на себе отпечаток дерзких и привлекательных нововведений западной моды. Бэйпинские дамы, напротив, одевались с какой-то аристократической интеллектуальной безвкусицей, которую я нередко наблюдал на берегах Ривер Чарльз.

Бэйпин — древняя столица, сохранившая старые традиции искусства и культуры. То тут, то там можно встретить простых крестьян, в жилах которых течет кровь маньчжуров, потомков придворных династии Цин, и которые говорят на превосходном великосветском китайском языке.

Бэйпин — город волшебного очарования и ужасающего убожества. Мы с интересом бродили по плохо замощенным улочкам; казалось, что они ведут от одной трущобы к другой, но иногда перед нами вдруг распахивались ярко-красные ворота в виде полумесяца и глазам представало редкостное зрелище: дворик и сад, окруженные павильонами безупречного вкуса и изумительной красоты.

Я дружил и с американцами, и с китайцами. Отношения между интеллигентными людьми обеих национальностей вообще были в высшей

¹Смешанный англо-китайский язык. — *Прим. ред. втор. изд.*

степени дружелюбными. Вместе с тем в 1935 году во всех открытых портах Китая можно было встретить немало всякого сброда из числа тех отбросов английской нации, которые не могут ужиться у себя на родине и которых еще Теккерей так хорошо знал по Парижу времен Реставрации.

Число японцев в Китае тоже все увеличивалось и увеличивалось. Прямо или косвенно они захватили уже почти все административные посты в провинции Хубэй. Бэйпин был наводнен японскими солдатами, и на улицах часто приходилось видеть, как колонна японцев грубо врывается в мирную толпу китайских прохожих.

Вместе с Ли я ездил в Тяньцзинь¹, чтобы получить от агента Американской телефонно-телеграфной компании часть денег, причитающихся за наше изобретение. Тяньцзинь — интересный город. Он так переполнен иностранными концессиями, что, пройдя один квартал, вы можете из России сразу попасть во Францию, а пройдя другой, оказаться в Англии. Это *macédoine*² из всевозможных национальностей казался какой-то фантаσμαгорией.

Академическая жизнь была в тот год полностью дезорганизована. Студенты устраивали забастовки, которые продолжались месяцами. Они маршировали по городу, протестуя против нашествия японцев и унижительного положения китайцев. Если перед ними запирали ворота железнодорожной станции, находилась какая-нибудь тоненькая, как соломинка, девушка, которая пролезала сквозь щель снизу и отпирала их изнутри. В городе полиция расправлялась со студентами с помощью дубинок и пожарных шлангов, больницы и тюрьмы были переполнены. К счастью, многие студенты принадлежали к влиятельным бэйпинским семьям, и родным как-то удавалось улаживать неприятности.

Все это время мы с Ли усердно работали. Обычно мы сидели за чертежной доской в маленьком кабинетике Ли, а наши жены болтали или читали в соседней комнате. Когда им казалось, что мы уже достаточно потрудились, они призывали нас к себе и угощали легкой закуской или поили чаем; кончался день партией в бридж.

Одна из наших больших забот состояла в том, чтобы протолкнуть изобретение, над которым мы работали, через Американское бюро патентов. Рассчитывать мы могли только на помощь консульского секретаря в американском посольстве. У него был целый том инструкций, в которых говорилось, как надо поступать с документами и чертежами, но наш высокопо-

¹Город на северо-востоке Китая.

²Маседуан — кушанье из смеси различных овощей или фруктов (франц.).

ставленный друг не имел ни малейшего представления об инженерном деле и о патентах, так что нам с Ли приходилось самим копаться в этих бумагах и растолковывать ему их содержание.

Мы близко познакомились с сотрудниками посольства и были искренне рады убедиться в их высокой профессиональной квалификации. На дипломатической службе в Китае могли работать только люди, которые в состоянии преодолеть такую специфическую трудность, как изучение восточного языка, поэтому невежды и любители легких развлечений сюда обычно не попадали. Я вообще думаю, что в удаленных местах дипломатическая служба всегда бывает поставлена лучше, чем в крупных центрах.

Холода наступили с большим опозданием, но, наконец, пруды и каналы затянулись льдом. Хотя зима продолжалась недолго, случались дни, когда стоял такой же мороз, как в Бостоне. Для снега здесь было слишком сухо, поэтому зимой главное развлечение добрых бэйпинцев на свежем воздухе состояло в катании на коньках (обычно японского производства) по замерзшим прудам Священного города. Что это было за зрелище, когда пожилые, редкобородые мужчины в длинных, отделанных мехом платьях скользили по льду, делая одну-две фигуры!

Мужчины и женщины, работавшие на фабриках, обычно носили короткие рубашки и брюки, летом из тонкой материи, зимой на вате. Студенты из небогатых семей и простые люди сидячих профессий одевались в длинные хлопчатобумажные платья синего и серого цвета. Университетские преподаватели помоложе весной и осенью предпочитали европейские костюмы, но летом часто надевали более прохладные шелковые платья, из-под которых иногда виднелись обычные европейские брюки и ботинки. Зимой холодные коридоры и аудитории почти всех заставляли носить подбитую мехом национальную одежду.

У моей дочери Пегги снова разыгралась болезнь, вызванная инфекцией в среднем ухе, которая постоянно напоминала о себе, когда она была ребенком. Пришлось отправить ее в город, в американскую больницу, где она находилась под присмотром высококвалифицированного китайского врача, специалиста по заболеваниям уха и замечательных китайских медсестер.

Тем временем, нам представилась возможность по достоинству оценить верность нашего дворецкого. Наступил китайский новый год, и мы дали всем слугам выходной, как сделали бы это дома в рождество. Дворецкий отказался от выходного по причине болезни одного из членов семьи, несмотря на то, что больная находилась в семи милях от нас под надлежащим уходом и он все равно ничего не мог поделать. Я полагаю, что мы

ему нравились, но все же подобный поступок был скорее вызван чувством чести и профессионального долга. Он страшно рассердился на горничную за то, что она взяла выходной, чего он так ей и не простил и что дало повод для ссор, которые часто случаются в Китае между дворецкими и горничными.

Среди моих китайских друзей были люди, которые скептически относились к науке в современном смысле. Некоторые из них были христианами, но среди них практически не было верных последователей Дао или Будды. Однако почти всем им была свойственна характерная для буддизма любовь ко всему миру, а не к человечеству в частности. Столь же точно Китай характеризует легкая эпикурейская игра мыслей, которая нашла выражение в довольно необычных и аморфных легендах последователей Дао.

Все добропорядочные китайцы, которых я знал, являлись продолжателями конфуцианских традиций. Это касалось и тех китайцев, которые исповедовали христианскую веру, поскольку в Китае существует религиозная традиция синкретизма и для китайцев приверженность к одной религии не означает отказ от всех остальных. Все китайцы, которые уважают любую религиозную традицию, придерживаются конфуцианской концепции порядочного человека-ученого-государственного деятеля: довольно суровой, но учтивой личности, строгость которой смягчается чувством юмора, целью которой является благополучие общества, а средством ее достижения — достойная образованность.

Существует много путей к злу, но при этом существует и множество источников, способных породить добро. Конфуцианец — очень интересный и привлекательный источник добропорядочной жизни, и большинство чувствительных и умных миссионеров обрели в Китае глубокое понимание конфуцианства, которое они приняли в качестве своей религии. Китай обращает в свою веру тех, кто пришел обратить его в свою.

Даже китайцы, исповедующие христианскую религию и понимающие силу хорошего миссионера, его обширное образование, способность оказать медицинскую помощь и улучшить общество, не считают миссионера священником. Их представления о христианской церкви в Китае связаны с китайской христианской церковью, корни которой уходят в народ, а духовники непременно должны иметь китайское происхождение. Они не приемлют защищенного экстерриториального положения, которым до недавнего времени пользовались миссионеры, и в такой же степени они не приемлют стремление обыкновенного миссионера-священника разговаривать с ними как высший с низшими.

Я считаю Яньчзинг одним из прекраснейших памятников движения образованных миссионеров, которые отошли от чисто миссионерских позиций и приняли коренное китайское христианство.

Между многими китайцами и жителями Запада, которые к ним приехали, установились весьма прочные и долгие дружеские отношения. Однако китайцы очень хорошо ощущали, что они должны оставаться хозяевами в своем доме и что передача власти должна произойти без возможного промедления.

Даже те иностранцы, которые любили Китай и хотели ему помочь, боялись, что не существует возможности поднять уровень жизни в Китае до европейских стандартов, не подняв цену жизни за предел той величины, которую может себе позволить разоренная страна. Исследования, проведенные в Бэйпинском объединенном медицинском колледже показали, что скудное и недостаточное питание китайских крестьян, последствия которого проявлялись в узких желудках и паукообразных конечностях рикшей и крестьян, невозможно улучшить на те деньги, которые крестьянин может выделить на пропитание.

Коррупцию и взяточничество, которые казались неотъемлемыми атрибутами жизни Китая, невозможно было устранить никаким государственным устройством, которое можно было применить на практике во времена перехода. Стоило разрушить обычаи, с помощью которых китайцы поддерживали свои семьи и свой клан, ради политической и деловой честности, миллионы людей умерли бы от голода прежде, чем новый порядок занял бы место старого. Поэтому несложно понять, почему китайцы с таким нетерпением искали наикратчайшего пути к модернизации, индустриализации и более высокому уровню жизни, который они могли принести.

Мы все глубже и глубже погружались в жизнь Китая и иногда чувствовали, что нам уже хочется немного разнообразить узкий круг наших знакомых. В начале второго семестра в Китай приехал мой друг профессор Адамар из Парижа. Сначала он устроился недалеко от нас в Старом Южном Компаунде, но потом переехал в город и поселился около или даже в самом дипломатическом квартале. В этом оживленном районе Адамар и его жена чувствовали себя гораздо лучше, чем в нашем поселке. Адамару в то время было уже немало лет, и его пугала лишенная комфорта жизнь в далеком университетском городке. Встреча с ним доставила мне большое удовольствие. У него был неистощимый запас воспоминаний о добрых старых временах французской математики, а у его жены — столь же неистощимый

запас анекдотов из жизни знаменитых французских ученых (ребенком она знала Пастера!).

Адамар рассказал нам забавный случай из времен своей юности, когда он дрожал от мысли, что впадет в немилость у своих консервативных коллег из-за родства с женой полковника Дрейфуса. Во Франции дело Дрейфуса накалило страсти до предела — каждый был или страстным дрейфусаром, или таким же страстным антидрейфусаром. К последним относился великий математик Эрмит, которому юный Адамар должен был сдавать экзамены перед защитой докторской диссертации. Адамар ждал этого мгновенья со страхом и трепетом, и его замешательство отнюдь не уменьшилось, когда старик Эрмит сказал: «Мосье Адамар, вы предатель». В смущении Адамар пробормотал что-то нечленораздельное, а Эрмит продолжал: «Вы покинули геометрию ради анализа».

Мы часто ходили в город навещать Адамаров, иногда вдвоем с Маргарет, иногда втроем, вместе с Ли; во время этих прогулок мы нарочно проходили по запутанным грязным улочкам так называемого китайского города (совсем не похожим на прямые улицы татарского города), чтобы порыться в антикварных лавках. Нам нередко попадались древние портреты с изображением преисполненных чувства собственного достоинства мужчин и женщин, сидевших в застывших позах, с руками, сложенными на коленях; все они были одеты в роскошные шелковые платья, служившие мужчинам официально одеждой, гражданской или военной. При всей помпезной напряженности поз лица на этих портретах обычно отличались замечательной утонченностью, глубоким психологизмом и выразительностью.

Однажды мы нашли древний портрет, настолько напоминающий профессора Адамара с его редкой, висящей отдельными прядями бородкой, крючковатым носом и нервными точеными чертами лица, что он мог бы служить ему удостоверением личности; по этому портрету Адамара узнали бы среди множества людей. Правда, глаза были чуть-чуть раскосые и цвет лица немного желтоватый, но это не нарушало общего впечатления. Мы купили портрет и подарили его тому, кто был столь удачно на нем изображен. Адамар вполне оценил наш подарок, но боюсь, что его жена отнеслась к нему без энтузиазма. Китайский портрет, столь напоминающий ее мужа, по-видимому, невольно ассоциировался у нее с фигуркой кивающего мандарина, обычно встречающейся во французских чайных магазинах и занимающей почетное место на вывеске знаменитого «Кафе де д маго»¹.

¹Café des Deux Magots (франц.) — кафе двух «magots» — традиционных китайских болванчиков из глины или фарфора.

Как бы то ни было, во время дальнейших странствований Адамары потеряли или куда-то засунули этот портрет, так что, навещая их недавно в Нью-Йорке и в Париже, я уже не имел возможности проверить свое впечатление о сходстве между Адамаром и китайцем, изображенным на древней картине.

Как я уже говорил, мне давно хотелось лично встретиться с Мандельбройтом и обсудить с ним некоторые вопросы, тесно связанные с его и с моими исследованиями. Адамар сообщил мне, что Мандельбройт тоже хотел поговорить со мной. Для меня это было особенно важно, так как Мандельбройт принимал деятельное участие в организации международного математического конгресса в Осло, на котором я собирался быть в то лето. Адамар написал Мандельбройту и договорился, что я заеду к нему по дороге в Осло и, может быть, задержусь на несколько дней, если нам захочется вместе поработать.

Способность работать с любым ученым, с которым у вас есть общие интересы и возможность встретиться — почти исключительно привилегия математиков и физиков-теоретиков. Большинство остальных ученых страшно стеснено зависимостью от лаборатории, по большей части очень специальной, с особым оборудованием и специфическими материалами. Специалисты в области истории и филологии обычно придерживаются столь различных взглядов, что совместные работы возможны для них лишь в редчайших случаях, когда двоим ученым удастся прийти к единому мнению не только в основном вопросе, но и во всех деталях. Что же касается искусства, например литературы, музыки, то и тут обычно не находится достаточно общей платформы, позволяющей группе художников достигнуть того единства взглядов, без которого невозможно настоящее творчество. У математиков же, несмотря на все различие имеющихся точек зрения, в значительной степени определяющее эстетическую сторону их области знания, есть достаточно конкретная почва для сотрудничества и для разрешения всех проблем, вызывающих расхождение мнений, вне зависимости от личных симпатий и антипатий.

Наконец, подошло время расставания с Китаем, и мы начали раздумывать, каким путем лучше всего добираться домой. Я предпочитал возвращаться через Европу, главным образом из-за желания попасть на конгресс в Осло. У нас возникла мысль воспользоваться транссибирской железной дорогой. Я обратился к сотрудникам советского посольства, и мне сказали, что это вполне возможно, но в последнюю минуту мы с Маргарет решили, что двухнедельное путешествие поездом будет слишком тяжело для детей,

и предпочли более длительное, но зато более комфортабельное плавание по Индийскому океану. Мы подыскивали японский корабль, считающийся парходом первого класса, но на самом деле бывший не слишком дорогим парходом второго класса, и приготовились отплыть из Шанхая.

В Бэйпине мы сели на поезд вместе с Ку, деканом инженерного факультета университета Цинь-Хуа, и одним из его китайских друзей. Европейская система деления вагона на отдельные купе облегчала путешествие с детьми. В вагоне-ресторане был большой выбор китайских и западных блюд, но мы без колебаний остановились на китайских кушаньях. К следующему вечеру мы добрались до железнодорожного паромы на северном берегу реки напротив Нанкина¹.

Я оставил семью в поезде, а сам вместе с Ку сел на пассажирский паром, чтобы побыстрее добраться до города, где мы сейчас же отправились к моему старому другу Чао. Мы застали дома не только всю семью, но еще нескольких преподавателей университета, с которыми мне было интересно поговорить, и каких-то правительственных чиновников. Две дочери Чао, родившиеся в Америке, стали взрослыми девушками; в тот же вечер мы познакомились и с двумя его младшими дочерьми, родившимися в Китае.

Через несколько дней пришел наш корабль «Харуна Мару», принадлежавший компании «Ниппон Июсэн Кайся». Капитан оказался в высшей степени любезным человеком, великолепно владеющим английским языком; кажется, он прожил некоторое время в Америке. Он очень заботился о наших удобствах; поэтому, хотя парход был мал, перегружен и не оборудован для плавания в тропиках, обстановка оказалась приятной и мы получили от путешествия огромное удовольствие. В течение шести недель мы жили в мире, о котором раньше знали только из рассказов Сомерсета Моэма.

В Гонконге на борт поднялся новый, весьма любопытный пассажир. Священник отец Рену, французский миссионер-лазарист², возвращался из провинции Юньнань³ во Францию, в штаб-квартиру своего ордена, чтобы рассказать о нуждах миссионеров в Китае. Он оказался приятным и умным собеседником. Отец Рену считал, что в Китай посылали слишком много священников, кое-как подготовленных из французских крестьянских парней; они были набожны, преисполнены самых лучших намерений, но так плохо обучены, что не могли соперничать даже с китайскими сельскими

¹ Нанкин расположен на р. Янцзы.

² Член ордена святого Лазаря Иерусалимского, основанного крестоносцами в XII веке.

³ Одна из юго-западных провинций Китая.

учителями, обладающими жалкими крохами знаний, не говоря уже о том, чтобы справиться с административными обязанностями, которые они должны были выполнять согласно договору.

В политике Рену придерживался либеральных взглядов и, в отличие от многих священников, симпатизировавших фашизму, неодобрительно относился к фашистской диктатуре в Италии. По образованию Рену был историком, и его очень интересовал вопрос, каким образом в конце XVII века церковь упустила прекрасную возможность овладеть всем Китаем. Он рассказал мне, что это было связано с так называемым делом об обрядах, когда многие знатные китайцы готовы были принять католицизм при условии, что христиане приспособят свои обряды к их традиционным церемониям.

С нами на пароходе оказались также профессор Фудживара из Сендая¹, направлявшийся, как и мы, на международный математический конгресс в Осло, и одна китайка, которая ехала к своему жениху — сотруднику китайского посольства в Лондоне. Китайка была так робка, что на пароходе ее почти никто не видел; только отец Рену попытался нарушить ее одиночество, попросив Маргарет спуститься к ней в каюту и поговорить с ней по-китайски. Но женщина, по-видимому, получила твердые инструкции никому не доверять, и все ухищрения Маргарет пропали даром. Правда, после того как в Марселе я сошел на берег, а наш пароход миновал Гибралтар, китайке пришлось появиться на палубе, чтобы заполнить необходимые для высадки бумаги. Тут уж она ухватила за Маргарет и не отходила от нее, пока не явился ее нареченный.

На пароходе мы много играли в бридж, и я неизменно переоценивал свои карты, вызывая гнев раздражительных знатоков. Кроме того, я немного играл в шахматы. Я познакомил с европейскими шахматами одного японского офицера, который прекрасно играл в свои национальные шахматы, совсем непохожие на наши, в частности, из-за того, что в них все фигуры имеют форму угла и принадлежность к той или иной стороне определяет не цвет фигуры, а направление этого угла. Любопытно, что в японских шахматах захваченные фигуры можно использовать наравне со своими собственными: этот факт, вероятно, сыграл свою роль и в корейской войне. Как же еще можно расценить использование корейских военнопленных в военных действиях против нас или наших военнопленных — против наших врагов? Как бы то ни было, мой японский друг в два-три сеанса овладел искусством игры в западные шахматы и после этого неизменно разбивал меня наголову.

¹Город в Японии.

Помимо этих развлечений, у меня было еще одно: я впервые в жизни сделал попытку написать роман, взяв за основу некоторые обстоятельства, связанные с моей научной карьерой, и несколько любопытных характеров, которые мне встречались в жизни. Роман получился довольно беспомощный, но он помог мне заполнить ничем не занятые дни долгого путешествия, а кроме того, я приобрел опыт изложения на бумаге фактов, не имеющих отношения к науке, и этот опыт помогает мне до сих пор¹.

Пока наш пароход проходил через Суэцкий канал, мы с Маргарет совершили короткую поездку в Каир. Через несколько часов после возвращения в Порт-Саид нас уже обвевал прохладный средиземноморский бриз. На следующий день мы проплыли родину волшебной Фаты-морганы — Мессинский пролив, отделяющий Сицилию от Италии.

Потом мы попали в Тирренское море, и скоро перед нами засверкал действующий вулкан Стромболи. Наш капитан впервые совершал плавание по Средиземному морю и так же, как и мы, с интересом смотрел на открывающееся зрелище, поэтому он разрешил себе вольность обойти вокруг гористого острова с вулканом и только потом взял курс на Марсель.

В Марселе я сошел с парохода, а Маргарет и дети поплыли дальше через Гибралтарский пролив и Бискайский залив в Лондон. Я сел на ночной поезд, отправлявшийся в Клермон-Ферран. В пять часов утра меня уже встречал Мандельбройт.

Он был очень приветлив и сердечен, хотя мы видели друг друга первый раз в жизни. Польский еврей, Мандельбройт приехал учиться в Париж, где его заметил старый добряк Адамар. Благословения Адамара было вполне достаточно, чтобы неизвестного юношу признали все математики — Мандельбройт быстро пошел в гору и сделал блистательную карьеру. Четыре дня мы с ним трудились в поте лица, и в результате родилась наша совместная работа, которую мы доложили на конгрессе в Осло.

Во Франции как раз в это время происходила всеобщая забастовка, и Мандельбройт, в принципе, был на стороне бастующих. Впрочем, на нашей жизни забастовка никак не отразилась. Я остановился в небольшой гостинице, но проводил целые дни у Мандельбройта, занимаясь математикой и обедая вместе с его семьей. Мандельбройт водил меня по городу и показывал достопримечательности. За несколько дней до приезда Маргарет и детей в Лондон я уехал в Англию.

¹В 1959 г. Винер опубликовал роман «Искуситель» (*The Tempter*), посвященный описанию судьбы изобретателя, сделавшего великое открытие.

В Лондоне я навестил Холдейнов, живших в то время в одной из интересных частей города, поблизости от Риджентс-парка и зоологического сада, где Холдейн очень любил бывать. М-с Холдейн искренне обрадовалась моему появлению, но я не мог навестить их сразу же по приезду, так как в тот вечер они принимали Герберта Уэллса. Я пришел к ним на следующий день, и Холдейн познакомил меня в зоопарке с несколькими экзотическими животными, которых публике обычно не показывали.

Через несколько дней я отправился в порт встречать Маргарет и девочек. Прежде всего нам надо было как-то устроить детей на время нашей поездки в Осло. Мы нашли на южном побережье Англии, в Бексхилле, что-то вроде летней школы и на несколько недель оставили их в надежных руках тамошних воспитателей.

Сами мы совершили бурный и утомительный переезд через Северное море в Данию и провели одни-два дня в Копенгагене, навещая друзей. По сравнению с нашим последним визитом в городе прибавилось суматохи и автомобилей; своеобразная атмосфера домашнего уюта все еще сохранилась, но стала гораздо менее ощутимой. До Осло мы ехали поездом, а через узкий пролив, отделяющий расположенный на самой северной оконечности Дании замок Эльсинор от шведского города Хельсинборга, переправлялись на железнодорожном пароме. В поезде мы встретили многих знакомых математиков из Америки и Европы.

Южные районы Швеции, через которые мы проезжали, очень напоминают побережье штата Мэн. Даже дома здесь тоже деревянные. Мы смотрели на гладкие, обточенные ледником скалы, к которым так привыкли у себя дома, и весь пейзаж казался нам настолько знакомым, что невольно появлялось ощущение, будто мы уже бывали в этих местах.

Датский язык сослужил нам добрую службу — благодаря ему мы могли объясняться даже с нашими попутчиками-шведами. А когда мы попали в Норвегию, различие между языками стало еще менее ощутимым, так что мы ни разу не чувствовали себя жалкими безъязыкими моноглотами¹.

Съезд был великолепно организован и, как всегда, послужил прекрасной зарядкой на будущее. В Осло у нас оказалось множество друзей самых разных национальностей. Больше всего мы общались с Балльяртами (мой коллега недавно женился, и его жена быстро подружилась с Маргарет). К нашей компании присоединился еще каноник Леметр из Лувена. Он много лет работал в Гарвардской обсерватории. В Осло мы нашли его таким

¹ Моноглот — человек, знающий только один какой-нибудь язык, в противоположность полиглоту — знатоку многих языков.

же, каким знали раньше: славным товарищем и приятным собеседником. Мы все вместе бродили по окрестностям и совершали прогулки в сумерках белых летних ночей Норвегии.

После окончания конгресса Маргарет поехала в Германию навестить родных, а я вернулся в Англию, так как собирался вместе с Холдейнами провести пару недель в одном очаровательном уголке Уилтшира¹. Там среди куполообразных холмов и глубоких долин Холдейны нашли прелестный старый каменный дом. Холдейн знал, что его жена любит меловые горы Суссекса, но Суссекс стал слишком дорог для университетского профессора. Холдейн взял географическую карту Англии, нашел менее феешенебельный район, где проходит та же меловая гряда, и решил, что здесь, очевидно, можно рассчитывать на такой же ландшафт, как в Суссексе. Дальше все уже было просто, и Холдейны обосновались в живописной местности, изобилующей великолепными местами для прогулок.

Мы с Холдейном очень переживали из-за новых конфликтов, которые происходили в Испании. Впоследствии Холдейн предложил свои услуги Испанской республике и отправился туда сражаться за ее освобождение. В Испании его поразила полная неспособность что-либо изменить, которая сопутствовала любым благим начинаниям большинства партий, боровшихся против диктатуры Франко, и он все больше и больше начал склоняться к коммунистам. По словам Холдейна, у них, по крайней мере, была цель и своего рода политика.

Английские коммунисты вскоре оценили, насколько он важен для них. Он продолжал занимать пост редактора «Дейли Уоркер» (*Daily Worker*) до самого разрыва с коммунистами, который произошел из-за несогласия с догматической биологией Лысенко и беспорядками, которые творились в Чехословакии.

Однако этому политическому союзу с коммунизмом еще предстояло произойти, и большей частью во время прогулок по холмам, на вершинах которых ничего не росло, мы говорили о науке или литературе. Я показал ему отрывок из романа, который только начал писать, а он показал мне рукопись сборника рассказов для детей, который вскоре собирался опубликовать под названием «Мой друг мистер Ликей» (*My friend Mr. Leakey*).

Вспоминая о путешествии в Китай и о посещении Европы после этой поездки, я понимаю теперь, какой путь я прошел с момента поступления в МТИ до этого времени. Моя семейная жизнь сложилась удачно, и, хотя я не был самым легким из мужей и самым примерным из отцов, у нас

¹Графство на юге Англии.

с Маргарет был уже за спиной порядочный опыт совместной жизни, доставлявшей радость нам обоим. Мои дети вышли из младенческого возраста и постепенно становились нашими товарищами. Они начали свою жизнь, обладая огромным моральным преимуществом, состоявшим в том, что они видели мир в его единстве, без какого бы то ни было разделения на высшие и низшие расы. В своей научной карьере я добился такого положения, когда мои достижения трудно было оспаривать, хотя у меня на родине все еще были люди, которые пытались их не признавать. Мои труды начали приносить плоды — мне удалось не только опубликовать ряд значительных самостоятельных работ, но и выработать определенную концепцию, которую в науке уже нельзя было игнорировать. Таким образом, если я должен поставить какую-то веху на своем научном пути и указать конкретную дату, когда я действительно овладел своим ремеслом, я назову 1935 год — год моего путешествия в Китай.

ПРЕДВОЕННЫЕ ГОДЫ. 1936—1939

Пока Маргарет жила в Германии, я гостил у Холдейнов в Уилтшире. Как только она вернулась, мы забрали детей, которые все это время оставались на южном побережье, и уехали домой. После годового отсутствия нам пришлось заново восстанавливать нити, связывавшие нас раньше с жизнью МТИ.

Вернувшись на кафедру математики, я застал довольно странную ситуацию. Кроме Эберхарда Хопфа, преподававшего в МТИ уже несколько лет, с нами вместе работал еще один молодой ученый Джесси Дуглас. Он как раз только что закончил блестящую работу о возможной форме так называемых минимальных поверхностей, т. е. поверхностей, подобных тем, которые образует мыльная пленка, натянутая на проволочный каркас. Дугласу удалось настолько продвинуться в разрешении этой классической проблемы, что ему присудили премию Боше — ту самую, которую раньше получил я за работу о тауберовых теоремах.

Надо сказать, что из-за депрессии попытки Комптона довести жалование сотрудников МТИ до размеров жалования преподавателей крупнейших университетов потерпели неудачу. Поэтому перед руководством МТИ стояла альтернатива: или довольствоваться посредственными математиками, согласными трудиться за скромное вознаграждение, или же настойчиво искать не оцененных по заслугам молодых ученых в надежде, что, как только экономические условия улучшатся и программа Комптона осуществится, мы сможем платить им то жалование, на которое они вправе претендовать.

И действительно, прошло всего несколько лет, и жалование преподавателей института начало повышаться, так что те, кто верил в щедрость МТИ, не обманулись в своих ожиданиях. Но был какой-то период, когда выдающиеся ученые, не добившиеся еще всеобщего признания и вынужденные довольствоваться работой у нас на кафедре, получали за эту работу явно недостаточное вознаграждение и считали, что их безжалостно эксплуатируют. Нет ничего удивительного поэтому, что Хопф и Дуглас, самые блестящие наши молодые преподаватели, чувствовали себя глубоко обиженными. Пока

я был рядом, мы откровенно обсуждали создавшееся положение и я старался поддерживать их веру в лучшее будущее. Но за то время, которое я провел в Китае, они успели порядком потрепать друг другу нервы. Ученые обычно отличаются излишней чувствительностью и так же легко возбуждаются, как художники и поэты. К тому времени, когда я вернулся, Дуглас и Хопф дошли до такого состояния, что на какое-то время оказались потерянны для МТИ.

Случай Хопфа представлял особенный интерес. Он был чистокровным немцем, и к его происхождению никто не мог бы придаться даже в нацистской Германии. Вначале он относился к Гитлеру враждебно или, во всяком случае, сочувствовал его жертвам. Но постепенно под сильным давлением семьи Хопф стал несколько более терпим к нацизму.

Когда мой двоюродный дядя Леон Лихтенштейн умер — в какой-то степени его смерть была связана с приходом Гитлера к власти, — новые руководители немецкой науки начали подыскивать ему замену. В то время большинство хороших математиков уезжало из Германии и разрешить эту проблему было не так просто. В конце концов вспомнили о Хопфе, и он получил предложение занять освободившееся место.

Надо иметь в виду, что в добрые старые времена положение профессора университета в Америке нельзя было даже сравнить с положением его коллег в Германии. Профессор немецкого университета имел в обществе больший вес, чем самый преуспевающий промышленник. Предложение гитлеровских властей экономически было гораздо выгодней любых предложений, на которые Хопф мог рассчитывать у нас в ближайшее время, а с точки зрения престижа оно значительно превосходило все, на что он мог надеяться даже в самом отдаленном будущем.

Должен сказать, что Хопф советовался, как ему быть, со многими немецкими беженцами, и, вопреки ожиданиям, его готовность принять предложение нацистов ни у кого из них не вызывала негодования. Сами они были убежденными противниками фашизма, но Хопф явно стремился приспособиться к новому режиму, и они не могли разговаривать с ним так, как они говорили со своими единомышленниками. Кроме того, они считали, что для Германии будет лучше, если освободившееся место займет человек, который, хотя и не является пламенным антифашистом, во всяком случае, не принадлежит и к ярким сторонникам Гитлера. Большинство немецких беженцев верило, что Германия будет разбита в войне или же рано или поздно сбросит фашизм своими собственными силами, и при всей оппозиционности к нацизму они не переставали гордиться своей страной. По их

мнению, Хопф мог бы оказаться некоей частичкой новой Германии и наличие таких людей в стране содействовало бы восстановлению нормальной академической жизни после крушения гитлеризма.

Своим категорическим требованием немедленного повышения в обход более пожилых сотрудников Хопф как будто занес дубинку над головой руководителей МТИ, и это, естественно, не приводило их в восторг. С чисто экономической точки зрения, если бы можно было не принимать в расчет никакие моральные соображения, Хопф, казалось, имел полное право принять предложение нацистов. Но, с другой стороны, все мы надеялись, что Германию в конце концов ждет полный крах, и никто не мог поручиться, что при этом не рухнет и вся манящая Хопфа академическая система. Понятно, что окончательное решение должен был принять сам Хопф и в этом никто не мог ему помочь.

Хопф решил дать согласие. Обрадованный внезапным возвышением, он стал доброжелательнее к своим коллегам. Мне он выразил соболезнование по поводу того, что я занимаю недостаточно высокое положение, и пожелал добиться такого же успеха, какой выпал на долю ему самому. Нечего и говорить, что такого рода доброжелательность никому в МТИ не доставила особенного удовольствия.

Любопытно отметить, что ученые-беженцы, оставшиеся в Соединенных Штатах, внесли огромный вклад в развитие всей американской науки, включая и те ее разделы, которые имеют непосредственное военное значение. Больше половины ведущих американских ученых-атомщиков — беженцы из стран оси; достаточно вспомнить об Эйнштейне, Ферми, Силарде и фон Неймане. Позднее в Америку приехал фон Мизес, много сделавший для развития статистической теории, а Курант и его сотрудники перенесли в Америку европейскую школу прикладной математики.

Мой бывший студент Норман Левинсон вернулся из Англии, куда он поехал, получив национальную стипендию, присуждаемую выдающимся молодым ученым. Я сделал все возможное, чтобы удержать его на нашей кафедре, но не встретил единомышленников у тех, от кого это зависело. Некоторые преподаватели МТИ придерживались той же точки зрения, что и я, и старались мне помочь, но зато другие достаточно определенно давали почувствовать, что, по их мнению, у нас и без того достаточно евреев. Среди этих последних был, в частности, один мой коллега, тоже еврей, который боялся, что, если количество евреев в институте увеличится, отношение к нему лично станет хуже; он считал, что доброжелательный прием, который он встретил на нашей кафедре, — его личная привилегия.

Я думаю, что в принципе неплохо, когда происходит равномерное распределение людей различных рас и различных культурных традиций, но я был убежден тогда и убежден до сих пор, что все соображения подобного рода — чистая условность, с которой нельзя считаться, когда речь идет о выдающемся человеке. Талантливые люди слишком редки, чтобы какое бы то ни было учебное заведение могло позволить себе роскошь, подбирая сотрудников, руководствоваться подобными идеями.

В 1936 году праздновалось трехсотлетие Гарвардского университета, и по этому случаю в Бостон съехались многие выдающиеся ученые со всех концов мира. Из Англии приехал Харди, и я попросил его устроить Левинсона у себя. Ему это удалось, хотя и не без труда. С тех пор Левинсон работает на его кафедре и заслуженно считается одним из ведущих математиков.

Таким образом, в предвоенные годы мне пришлось пережить несколько тяжелых внутренних кризисов. Нацизм грозил захватить весь мир; эта угроза, как кошмар, мучила каждого человека с либеральными взглядами и, в частности, каждого либерального ученого. Активное участие в устройстве большого числа беженцев немного смягчало мое внутреннее смятение, но не настолько, чтобы дать мне душевное спокойствие.

Вернулись мучительные проблемы тех времен, когда я был вундеркиндом. Я любил отца, но все окружающие уж очень упорно стремились подчеркнуть, что, в конце концов, я всего лишь его сын. Тот факт, что я был евреем, двойственно влиял на мое тогдашнее состояние. С одной стороны, жестокий террор нацистов вызвал в Америке волну сочувствия к евреям, но, с другой стороны, мы не могли забыть, что где-то в мире евреям грозили полным уничтожением, и чувствовали, что порожденный нацизмом антисемитизм нашел все-таки отклик и у некоторых американцев.

Я страдал не только от осложнений, непосредственно связанных с моим происхождением и воспитанием, но и от дополнительных трудностей, вызванных своеобразием моей академической карьеры, которую я начал, обладая недостаточным социальным опытом, чтобы отдать себе отчет в том, что я собой представляю и куда я иду. С течением времени, особенно после женитбы, многие острые углы сгладились, но боюсь, что в значительной мере за счет того, что я переложил на плечи Маргарет основную тяжесть конфликтов, возникающих из-за непримиримых противоречий моей натуры.

Некоторые проблемы с годами теряли свою остроту просто из-за того, что пожилому человеку прощается многое из того, что не прощается юноше, и все-таки тот отрезок времени, который, естественно, должен был

бы стать для меня периодом внутренней гармонии, был омрачен трудностями, вызванными депрессией, нацизмом и постоянной угрозой войны; из-за всего этого для меня так и не настало время, когда я мог бы до конца оправиться от пережитых потрясений и насладиться несколькими годами полной безмятежности.

Сложности с Джесси Дугласом и Эберхардом Хопфом, так же как и проблема устройства Левинсона в соответствии с его заслугами, заставили меня еще острее ощутить напряженность и смуту предвоенных лет и увеличили мою внутреннюю тревогу. К возвращению из Китая мне исполнилось сорок два года, и я уже начал чувствовать, что молодость осталась позади; сказывались многие годы тяжелой жизни. По совету Маргарет я обратился к одному знакомому врачу, который оставил терапию и занялся психоанализом.

Вряд ли удивительно, что в той ситуации, в которой я оказался, мне понадобилась помощь психоаналитика. Несмотря на весьма скептическое отношение, которое вызывали у меня принципы психоанализа, я, конечно, гораздо раньше обратился бы к этой науке, знай я только, как приняться за дело. Во время пребывания в Китае я сделал несколько попыток подвергнуться психоанализу, но потерпел неудачу. Тогда я понял, что, чем своеобразнее внутренний мир человека, тем труднее найти врача, который сумел бы ему помочь.

Еще ребенком я читал книги по психиатрии и познакомился с некоторыми работами Шарко и Жане. Задолго до того, как я услышал о Фрейде, личный опыт убедил меня, что в моей душе существуют скрытые побуждения и темные глубины, попытка проникновения в которые вызывает у меня чувство упорного сопротивления. Когда при изучении философии я столкнулся с понятием подсознательного, в этом не было для меня ничего нового; я уже знал, что под покровом сознания часто скрываются жестокие, почти не поддающиеся описанию импульсы и вместе с тем почти непобедимое стремление придать им иной смысл и скрыть их под маской рационализма.

Вот почему, услышав о Фрейде и его идеях, я оказался полностью подготовленным к тому, чтобы воспринять их как великое открытие, имеющее глубокий смысл. И тем не менее внутренний рационализм самих психиатров вызывал у меня чувство протеста. Ответы, которые они предлагали на все общечеловеческие и на мои личные вопросы, казались мне слишком бойкими и приходились как-то уж очень к стати. Не отрицая терапевтической ценности большинства их методов, я считал все-таки, что теоретические

основы психоанализа не достигли еще той степени убедительности и научной организованности, которая позволила бы полностью ему доверять. В то же время для психоаналитиков, требующих от своих клиентов полной внутренней покорности и определенных финансовых затрат, было крайне важно — профессионально и материально — создать впечатление полной объективности фрейдизма.

Фрейд, очевидно, широко экспериментировал на самом себе, не впадая, однако, в то классически пассивное состояние, которое он впоследствии считал необходимым для успеха психоанализа. Я тоже видел, что во мне появляются зачатки психоаналитического сознания, которым я обязан только самому себе, и поэтому совсем не стремился погрузиться в рекомендованное мне состояние полной покорности.

Кроме того, я не мог согласиться с принятой в психоанализе оценкой человеческой личности и с теми жизненными целями, которые предложил мне мой друг психоаналитик. Я никогда не считал удовлетворенность и даже счастье самыми большими человеческими ценностями, и у меня появился страх, что одна из задач традиционного психоанализа состоит в том, чтобы обратить пациента в мирно пасущуюся корову.

Лежа на койке психиатра, я пытался составить обычный психоаналитический отчет, дополняя его интуитивными догадками о своих побуждениях и свойственными мне оценками духовных ценностей. Я говорил своему врачу, как много значит для меня импульс творчества, какое глубокое удовлетворение приносит мне успех в работе и как прочно это чувство связано с моим пониманием прекрасного. Я рассказал ему о том, что мне нравится в литературе и, в частности, в поэзии. У Гейне встречаются некоторые отрывки с описанием религиозного экстаза евреев, особенно в «Диспуте» (*Disputation*) и «Принцессе Шабаш» (*Prinzessin Sabbath*), которые я не могу перечитывать без слез. Я говорил ему, что испытываю глубокое волнение, когда Гейне внезапно переходит от описания убожества и низости повседневной жизни к восторженному прославлению бога и человеческого достоинства презренного еврея.

Но мой врач пренебрег всеми этими сведениями, так как, по его мнению, они не исходили из глубин подсознания. Он считал, что они привнесены извне и не проникли дальше верхних слоев моего сознания, а потому тончайшая петелька, самый слабый отзвук, связанный с любым моим полужабытым сном, казался ему ценнее всех этих разговоров. Возможно, что мои мысли действительно были осознаны, но их воздействие на меня все-таки никак не было связано только с поверхностными слоями сознания.

Врач же воспринимал мои слова как контрабанду и считал, что я нарушаю долг пациента, лежащего на койке психоаналитика. Он не хотел считаться с тем, что я говорил, и расстался со мной с твердым убеждением, что его нарочно вводили в заблуждение. Я был обвинен в самом тяжком преступлении пациентов, лечащихся у психиатров, — в неподатливости. Я действительно проявлял строптивость, но самый факт моей строптивости был непосредственным следствием моего жизненного опыта и душевного склада. Потеряв полгода в бесплодных попытках извлечь какую-нибудь пользу из человека, который, по моему глубокому убеждению, так и не понял, что я такое, я с ним расстался.

Позднее я обращался к другим психоаналитикам, менее почитавшим сонники и более энергично стремившимся войти в контакт с моим человеческим Я. Они оказались искушеннее в жизненных делах и человечнее, а главное, они не превращали сеанса психоанализа в священный обряд. Новые врачи тоже не пренебрегали моими снами и подмеченными противоречиями. Но, в отличие от своих более ортодоксальных коллег, превративших фрейдизм в некую религию, они в гораздо большей степени обращались со мной как с личностью. Для них койка психоаналитика не была прокрустовым ложем, и, если я высказывал мнение, отличное от их собственного, они не вешали мне на шею ярлык с устрашающим словом «неподатлив».

К счастью, я не имел возможности сосредоточить все внимание на своих внутренних трудностях и целиком посвятить себя копанию в собственной душе. У меня постоянно было много забот, и в том числе забота об устройстве ученых-беженцев. Правда, с годами эта забота стала отнимать меньше времени, так как проблема иммиграции ученых приобрела иной характер.

Самые различные страны внесли свою лепту в развитие американской науки, включая Финляндию и Китай. Давно приехавшие эмигранты постепенно отвыкали от родного языка (обычно немецкого) и начинали воспринимать американский образ жизни как нечто совершенно естественное. Пожилые люди воспитывали детей уже в американских традициях, молодые женились на американках, и было очевидно, что при любых обстоятельствах только единицы из них захотят навсегда порвать с Америкой и возвратиться в Европу.

Об окончательных результатах мощной волны эмиграции эпохи гитлеризма судить еще рано. Но совершенно ясно, что в нашу математику влилось такое количество новых человеческих индивидуальностей и новых человеческих рас, что по интенсивности этот приток можно сравнить только с волной немецкой эмиграции 1848 года или с массовым бегством гугено-

тов из Франции в Англию, Голландию и Америку после отмены Нантского эдикта¹.

В Америку приехало много первоклассных ученых, и я рад, что мне удалось поработать вместе с некоторыми из них. Если я не ошибаюсь, Аурил Уинтнер приехал в Америку по рекомендации своего учителя и моего двоюродного дяди Леона Лихтенштейна еще до первой большой волны эмиграции. Не помню уже, летом какого года Уинтнер вместе с семьей снял коттедж в Нью-Хемпшире, милях в двадцати от нас. В этих местах люди, живущие на расстоянии двадцати миль друг от друга, считаются близкими соседями.

Живой, полный энтузиазма, стремительный в движениях и в мыслях, профессор Уинтнер — очень своеобразный и интересный ученый. Он женат на дочери известного немецкого математика Гельдера. Браки молодых математиков с дочерьми своих учителей — настолько характерное явление академической жизни Европы и Америки, что даже принято говорить о совершенно особой форме наследования математических способностей, передающихся обычно не от отца к сыну, а от тестя к зятю.

В конце концов Уинтнер стал более или менее постоянным летним гостем в Нью-Хемпшире. Мы начали вместе работать над рядом вопросов, связанных с различными проблемами, которыми он занимался. Некоторые из них касались распространения моих идей относительно обобщенного гармонического анализа на теорию возмущения планетных орбит, составляющую существенную часть небесной механики. Эта наша работа представляла собой попытку современного подхода к классической задаче XVIII века, связанной с именами Лапласа и Лагранжа.

Кроме того, мы занимались применением понятий современной теории вероятностей к созданной Максвеллом кинетической теории газов, рассматривающей газ как совокупность движущихся и сталкивающихся друг с другом частиц. Я еще раньше интересовался этой областью исследований в связи с работой двух сотрудников кафедры физической химии Колумбийского университета, переехавших потом в Чикаго.

Третье направление нашей совместной работы было связано с усовершенствованием и упрощением доказательств эргодических теорем Купмена, фон Неймана и Биркгофа. Эти теоремы, о которых я уже упоминал выше, восполнили недостающее звено в исследованиях Уилларда Гиббса и позволили строго обосновать его идею о замене осреднения по всем возможным

¹По Нантскому эдикту (1598 г.) за гугенотами признавалась свобода вероисповедания и богослужения; этот эдикт был отменен Людовиком XIV в 1685 г.

мирам простым осреднением по времени. В работе над эргодическими теоремами нам очень помогли беседы с молодым голландским математиком Е. Р. ван Кампенем, который был нашим товарищем во время многочисленных прогулок по Уайт Маунтинс. Несчастный ван Кампен, которого, казалось, ожидала блестящая карьера, умер год или два спустя от опухоли мозга.

Все это время я не терял надежды вернуться в недалеком будущем к чтению лекций в Китае. Но события следующих нескольких лет заставили меня отказаться от этой мысли. В 1937 году меня заменил в Китае К. С. Уайльдс — мой коллега по кафедре электротехники. Он вернулся в Америку как раз тогда, когда между китайцами и японцами произошло столкновение у моста Марко Поло¹.

Помимо того, что это событие имело серьезные последствия для всего мира, оно глубоко задело меня лично. Инцидент у моста Марко Поло застал Ли и его жену в Шанхае, где они гостили у своих друзей. Начавшаяся война между Китаем и Японией лишила их возможности возвратиться в Бэйпин. Какое-то время Ли учительствовал, потом эта работа кончилась, и им пришлось жить на свои сбережения и на то, что Ли удавалось заработать в качестве эксперта в вопросах китайского искусства.

Вынужденный перерыв в научной деятельности, заставший Ли в том возрасте, когда ученый обычно переживает пору творческого расцвета, был страшным ударом для моего друга, и многие годы меня мучила боязнь пропустить хоть какую-нибудь возможность помочь ему выбраться из западни, в которую он неожиданно попал. Я сделал все что можно, чтобы вызвать Ли в Соединенные Штаты, но в то время мои старания не увенчались успехом.

Работа в Китае показалась Уайльдсу такой же интересной и приятной, как и мне за год до него. Несколько следующих лет мы оба пытались воздействовать на общественное мнение Америки, чтобы добиться усиленной помощи Китаю. Мы обратились за содействием к директору МТИ Комптону, и он немало потрудился ради облегчения ситуации в Китае. Другие влиятельные сотрудники нашего института тоже приняли участие в этом движении.

Несмотря на то, что коммунизм как таковой никогда не вызывал у меня особой любви, я все же не считал, что члены группы, которая мне не

¹ Перестрелка, завязавшаяся 7 июля 1937 г. между японцами и китайцами у р. Юндинхэ близ моста Лутоуцяо (европейцы часто называют его мостом Марко Поло), явилась началом восьмилетней национально-освободительной войны Китая против Японии.

по душе, могут придерживаться не особенно верных взглядов в отношении множества вопросов. Тогда как коммунизм порицал нацизм и выступал против расовых предрассудков, сам факт того, что коммунисты разделяли эти замечательные позиции, сделали причиной того, чтобы их отвергнуть, и поддержать такую причину мог только глупец. А то, что после поражения нацизма коммунисты стали главным страхом западных стран и что они стали почти такими же жестокими тиранами, какими были агрессоры, коих они заменили, ничуть не меняет тот факт, что некоторые понятия, которые они защищали в период между войнами, отражают ценности весьма порядочных людей.

Изменение отношения и тактики коммунистов — вполне достаточная причина того, чтобы отказаться от их наставлений и вызвать недоверие к их вмешательству в дела страны, но это ничуть не меняет тот факт, что в период хаоса, когда не существовало ни одной партии, у членов которой были бы чистые руки, многие молодые люди поглядывали в сторону России. Для определенной части этой молодежи их участие в радикальных движениях стало важным этапом морального роста. Оно научило их не выражать свое недовольство миром лишь угрюмым видом, а попытаться сделать что-то, что будет благом для всех. Эта привычка принимать активное участие во всем, что связано с вопросами морали, осталась с ними и тогда, когда вера в коммунизм уже покинула их.

Принимая все это во внимание, я думаю несложно понять, почему я не уклонился от просьбы оказать помощь в китайском вопросе, несмотря на то, что этот вопрос поддерживали войска, никак не связанные с интересами неуклюжего и неэффективного Гоминьдана.

В течение какого-то времени мы были уверены, что помощь, которую оказывают Китаю Соединенные Штаты, идет по назначению. Потом до нас стали доходить странные слухи. То там, то здесь я слышал от осведомленных китайцев и от приехавших из Китая американцев, что Гоминьдан ненадежен, что он неэффективно использует помощь, оказываемую Соединенными Штатами и что большие партии оружия и лекарств перенаправляются на продажу, которой занимаются коррумпированные члены партии.

Примерно в это же время ко мне подошла группа людей, которые хотели, чтобы я оказал финансовую поддержку китайским солдатам-коммунистам, которые, видимо, более эффективно сражались против японцев, чем солдаты Гоминьдана. Я согласился, так как почувствовал, что это пойдет на пользу Соединенным Штатам.

В действительности этим движением руководила группа искренних, но непримечательных и довольно неумелых людей, и мне казалось, что они больше времени тратят на беспорядочные общественные собрания и разговоры, чем на эффективный сбор средств. Впоследствии я узнал, что некоторые члены этой группы, судя по их поведению, принадлежали к периферийному отделению коммунистической партии, но вместе с тем в группе было довольно много людей, которые действительно имели благие намерения и дружески относились к Китаю.

В Америке не было ни одного внимательного человека, который пережил бы период между депрессией и началом второй мировой войны, и не услышал бы эхо коммунизма в своей стране. Молодые люди, которые приходили в науку во времена депрессии, вынуждены были признать себя приемными детьми сложившегося устройства мира. Безопасность превратилась в мечту прошлого, а распространившаяся ненависть, породившая симбиоз нацизма, фашизма и ку-клукс-кланизма, и в настоящее время угрожала людям, особенно тем, которые не принадлежали к вышеуказанным группам. Молодые люди искали какое-то движение или какое-то отношение, к которому они могли бы присоединиться, и среди многих голосов они неизбежно слышали голоса убежденных сторонников коммунизма.

Меня с самого начала оттолкнул присущий коммунистам тоталитаризм; точно также меня всегда отталкивала система традиционности и обращения, которая свойственна любой религии. При этом мое стремление к независимости не позволяло мне решительно вмешиваться в решения, которые принимали молодые люди вокруг меня. Живя в веке слепой приверженности к многим вещам, я несомненно не понимал, что слепая приверженность к коммунизму — наша самая главная и самая непосредственная угроза, и в то же время я не мог не признать, что привлекательность коммунизма для некоторых моих друзей была эквивалентна призыву к человеколюбию, которое было у них в крови.

С течением времени почти все они увидели политическую сторону этого движения и то, как амбициозные руководители обращают благие намерения в тиранию. Сейчас они уже не коммунисты, и давно уже ими не являются. Однако боясь того, что коммунисты объявят на них охоту, сродни средневековой охоте на ведьм, им было сложно выйти из коммунистической среды, сохранив собственное достоинство и уважение к себе, а потому они довольно долго откладывали свой уход, находя всевозможные причины.

Мое неприятие китайцев усилилось под влиянием аналогичной поддержки, которую Америка оказывала испанским лоялистам. Душой этого

дела был профессор Кэннон, который работал на кафедре психологии Гарвардского университета. Он был несомненно великим американским ученым, и за несколько лет до этого читал лекции в Испании.

В то время Испания не изобиловала великими учеными, но в одной области науки все же проводилась важная работы. Этой областью была физиология нервной системы, которой безусловно интересовался и Кэннон. Поэтому неудивительно, что он очень хотел возродить интеллектуальную жизнь Испании и считал своим долгом обеспечить испанским лоялистам американскую поддержку. Занимаясь этим, он был не вправе отказываться ни от чьей помощи, так что неудивительно, что ошутимая ее часть исходила от коммунистов. Это привело к определенным сплетням, но Кэннон был слишком искренним и откровенным человеком, чтобы испугаться сплетен и перешептываний. Я присоединился к Кэннону и тоже стал помогать испанским лоялистам, и мне показалась, что его политика — хороший образец, которому можно последовать и в случае с китайским вопросом.

Для меня это было сложное и беспокойное время еще из-за семейных дел. Незадолго до несчастного случая, о котором я уже рассказывал, отец оставил работу в Гарвардском университете. Он был глубоко разочарован, и равнодушие, с которым ректор университета Лоуэлл принял его отставку, не снизойдя до того, чтобы сказать ему несколько добрых слов, еще усилило это чувство. Немного оправившись, отец возобновил свою исследовательскую работу в Гарвардской библиотеке и даже, как прежде, ходил туда пешком из Бельмонта, но силы его таяли с каждым годом.

После моего возвращения из Китая отец начал быстро сдавать, потом появились признаки паралича. Его поместили в больницу, но на этот раз надежд на выздоровление было очень мало. В больнице отец впал в состояние беспокойной депрессии, у него часто бывало неполное сознание. Но он понимал, что разум ему изменяет, и чувствовал, что нити, связывающие его с жизнью, слабеют. Его состояние часто ассоциировалось у меня с гибельной политической ситуацией, в которой оказался современный мир.

Отцу было безразлично, говорить ли на русском, немецком, испанском, французском или английском языке. Когда он пользовался каким-нибудь из знакомых мне языков, я не замечал, чтобы он допускал грамматические ошибки или употреблял слова одного языка вместо слов другого. Правильность и беглость его многоязычной речи не пострадала даже тогда, когда он перестал понимать, что я его сын. Знание языков лежало у отца не на поверхности сознания, а вошло в кровь и плоть.

Я часто навещал отца и время от времени забирал его из больницы, чтобы немного покатасть на автомобиле. Но он явно угасал, и едва ли даже стоило желать, чтобы эта оставшаяся ему полужизнь продолжалась слишком долго. В первый год войны, заснув однажды вечером, он мирно и спокойно умер.

Все это время мать Маргарет постоянно жила у нас и лишь один или два раза ненадолго уезжала в Германию навестить своих родных. Как я уже говорил, за эти годы немецкий язык стал обиходным языком в нашем доме. Но одно происшествие в Бостонском клубе друзей Китая заставило нас отвести ему еще более значительное место.

Однажды мы встретили в клубе аспирантку Радклиффского колледжа, отец которой, управляющий угольной шахтой в Бэйпине, учился в Германии и женился там на дочери своей квартирной хозяйки. Лотти Ху, родившаяся от этого смешанного китайско-немецкого брака, приехала в Бостон изучать антропологию. Превратности военного времени лишили ее средств к существованию. Набравшись храбрости, она спросила Маргарет, не разрешит ли она ей жить вместе с нами, получая стол, квартиру и скромные карманные деньги за помощь по хозяйству. Так случилось, что мы взяли Лотти к себе в дом и она стала другом и товарищем моих дочерей.

Лотти с одинаковой свободой говорила на дворцовом китайском языке, по-английски и по-немецки. Так как немецкий язык еще раньше стал вторым языком у нас дома, новый порядок явился естественным продолжением уже установившейся традиции и помогал девочкам усовершенствовать свои знания.

Мои дочери учились уже в средней школе. Мы не избежали обычных трений между родителями и детьми; мое научное положение, например, вызывало у них обеих некоторое чувство обиды. Пегги частенько говорила: «Мне надоело быть дочерью Норберта Винера. Я хочу быть просто Пегги Винер». Я не пытался перекраивать дочерей на свой лад, но уже самый факт моего существования неизбежно оказывал на них определенное давление, и с этим я ничего не мог поделать.

Я гордился ими, но не стремился сделать из них вундеркиндов. Особенное чувство удовлетворения я испытал однажды, когда Барбара, прочтя в учебнике какие-то рассуждения о латиноамериканцах, сказала: «Знаешь, папа, автор этой книги, кажется, относится к латиноамериканцам очень покровительственно. У них это, наверное, вызывает ненависть?» — «Черт возьми, — ответил я, — а ты поразительно проникательна».

Приблизительно в это время в Бостоне организовали серию радиопередач по образцу «Спрашивают дети». Барбара приняла в ней участие. Я не совсем уверен, что проявил мудрость, дав ей разрешение. Но она справлялась вполне хорошо и даже в какой-то степени овладела искусством выступать перед аудиторией. Я поинтересовался дальнейшей судьбой детей, участвовавших в этих передачах; насколько я мог выяснить, с ними все обстояло благополучно, и никому из них этот эпизод не принес никакого вреда.

Таким образом, нам, как и каждой семье, приходилось рассматривать какие-то проблемы и принимать какие-то решения. Я не уверен в правильности принципов, которыми я руководствовался, и не стыжусь ошибок, которые мне, наверное, приходилось совершать. У каждого из нас только одна жизнь, и она слишком коротка, чтобы в совершенстве овладеть искусством воспитания детей.

Вырастить детей — задача нелегкая, но у нас она в значительной степени облегчалась тем, что вся домашняя работа распределялась между тремя женщинами. Мать Маргарет заботилась о нашем садике в Бельмонте и об участке в Нью-Хемпшире; она собрала замечательный набор садовых инструментов и всевозможных приспособлений и получала большое удовольствие от своей деятельности. Она выросла в немецкой деревне и отличалась романтическим складом характера, который и привел ее на просторы американского Запада. Наш деревенский дом в Новой Англии доставлял ей такую же радость, как всем нам.

Летом 1939 года, как раз перед началом второй мировой войны, она тихо умерла, заснув в своей комнате на втором этаже нашего дома в Нью-Хемпшире. Мы похоронили ее на маленьком местном кладбище, открытом порывам всех ветров, дующих с гор Оссипи. Выбранный нами памятник был в духе тех традиционных надгробий, которые обычно ставят на могилах в Нью-Хемпшире, но высеченная на нем надпись соответствовала ее немецкому происхождению и немецкой энергии. Это было начало лютеровского гимна: «Ein' feste Burg is unser Gott» («Бог наш — неприступная крепость»). Я благодарен судьбе за то, что она избавила ее от ужасов и унижений второй мировой войны, разразившейся вскоре после ее смерти.

Но еще до того, как началась война, потянулась мрачная цепь катастроф. Осень 1938 года была отмечена Мюнхеном и первым из вест-индских ураганов, обрушившихся на Бостон в последние годы. С этого времени мы все жили под гнетом ожидания войны. Так продолжалось до лета 1939 года.

Летом после смерти матери Маргарет мы предприняли небольшое путешествие в Канаду. Мы тогда почти каждое лето совершали такие автомобильные прогулки. Немного позднее, тем же летом, я снова путешествовал по Канаде, на этот раз один, чтобы принять участие в собрании Американского математического общества, которое происходило в Медисоне, штат Висконсин. Я выехал из нашего дома в Нью-Хемпшире и направился по дороге, огибающей Великие Озера с севера; на второй день вечером я добрался до Су Сейнт Мери в штате Мичиган.

Здесь я узнал о начале войны. Это странным образом напомнило мне, как двадцать четыре года тому назад, во время другого путешествия, до меня дошло известие о первой мировой войне; я в то время был пассажиром немецкого парохода, и мы находились где-то посередине Атлантического океана. Вся радость и удовольствие от встречи с коллегами были уничтожены. Раньше мы надеялись, что на собрании удастся окончательно договориться о проведении международного математического съезда, который должен был состояться летом 1940 года в Соединенных Штатах, но все эти планы оказались замороженными на целых десять лет.

Я возвращался на Восток вместе с одним английским математиком. Заехав по дороге к моему другу, живущему в штате Нью-Йорк, мы собирали у него виноград и пытались разобраться в своих чувствах, мыслях и надеждах.

12

ГОДЫ ВОЙНЫ. 1940–1945

Осенью 1939 года, возвратившись после отпуска в МТИ, я попробовал разобраться в том, что же происходит в мире. Ситуация была такова, что рассчитывать на что-нибудь хорошее не приходилось. Пассивный союз, который Россия заключила с Германией, мы ощутили как ушат ледяной воды, бурный поток которой смыл наши надежды на то, что восток остановит нацистов, и несмотря на то, что в конце концов между ними все же началась война, в то время мы не могли ожидать столь благополучного исхода. Кроме того, доброжелательность, которая начала появляться по отношению к России, главным образом, вследствие того, что мы не видели никого другого, кто был бы способен нанести удар по фашистской агрессии, весьма ослабла вследствие агрессивной политики, которую Россия вела по отношению к Финляндии.

В научных и промышленных кругах большинство понимало, что Соединенные Штаты, так же как и другие великие державы, в конце концов будут втянуты в мировую войну. Поэтому каждый заранее стремился найти такой участок работы, на котором в этом случае можно было бы применить свои силы.

Из-за близорукости я даже в молодости не мог попасть на действительную военную службу; с годами же мои шансы, естественно, не увеличились. Я не мыслил себя администратором, и никому не пришло бы в голову, что я обладаю такого рода способностями. Очевидно, мне не оставалось ничего другого, как обратиться к какому-то виду научно-исследовательской работы.

Во время первой мировой войны я прошел курс ученичества в области баллистических расчетов. Такого рода расчеты необходимы для составления артиллерийских таблиц стрельбы, в которых указывается зависимость дальности стрельбы и других связанных с нею констант от угла прицела орудия, величины заряда, веса снаряда и т. п. Тогда я научился не только баллистическим расчетам, но и приобрел некоторые навыки общих вычис-

лений. Кроме того, в последние годы я много работал вместе с инженерами-электриками. Исходя из всего этого, я предполагал, что в случае войны мне следует, очевидно, заняться какой-то деятельностью, так или иначе связанной с применением вычислительной математики к электротехническим проблемам. Такая перспектива представлялась мне тем более реальной, что совместная работа с Ли позволила мне заглянуть в тайны конструкторского творчества.

В этом отношении все было ясно, неясным оставалось только, откуда раздастся призывный глас. Когда после выматывающего душу ожидания эпохи «Sitzkrieg»¹ начали приходить тревожные известия о военных успехах и грозных планах Германии, большинство из нас пришло к убеждению, что основная задача Америки — сохранить Англию в качестве активного противника Гитлера до тех пор, пока мы сами не сможем вступить в войну. А для этого в первую очередь мы должны были помочь англичанам справиться с подводными лодками и налетами бомбардировщиков.

К счастью, блистательным изобретением радиолокатора Англия сама указала нам наилучший из всех возможных способов помощи. МТИ начал заниматься исследованиями в области радиолокаторов, как только появилась сама эта идея, т. е. еще до начала войны в Европе и задолго до вступления в войну Соединенных Штатов. Но в то время, о котором идет сейчас речь, казалось, что проблемы, связанные с радиолокационными установками, касаются только узкого круга инженеров-специалистов, а я не принадлежал к их числу.

Поток беженцев из Германии в какой-то момент усилился, а потом совсем иссяк. Последняя струйка эмиграции состояла, как мне казалось, из людей, резко отличавшихся по своим моральным качествам от тех, кто приехал в самом начале. Гитлеровский давящий пресс вытеснил из Европы какое-то количество людей, которые пытались убедить нас в неотвратимости нацизма. Платные пропагандисты не проявили бы большего рвения. В конце концов стало очевидно, что в добавление к богатой культурной жатве, состоящей из замечательных мужчин и женщин, преследуемых в Европе и обогативших собой нашу научную жизнь, мы получили еще тех, кто возражал против нацизма только потому, что нацизм возражал против них.

Между тем в положенное время наступили летние каникулы, и, несмотря на разразившуюся рядом катастрофу, мы постарались сделать нашу жизнь как можно более веселой. Человек все равно не может постоянно жить в атмосфере уныния.

¹Сидячая война (нем.).

Семью Ингемов из английского Кембриджа война застала в Америке, и они стали нашими летними соседями. Мы делили с ними радости прогулок по горам и купаний в пруду Беар Кемп.

В то лето венгерский математик Эрдеш, японский математик Какутани и английский математик Стоун нанесли нам не совсем обычный, но очень интересный визит. Гуляя по Лонг Айленду¹, они попали в неприятную историю, случайно подойдя слишком близко к радиолокационной установке. В тот же вечер их посадили в тюрьму как подозрительных иностранцев и освободили только после того, как тюремное начальство связалось с их покровителем профессором Вебленом из Принстонского университета. По окончании этого невеселого приключения они приехали в Нью-Хемпшир, и на веранде нашего дома состоялось очень приятное маленькое научное собрание. Сейчас Какутани преподает в Соединенных Штатах, а Стоун и Эрдеш вернулись в Европу.

В конце лета Ингем, как он и рассчитывал, возвратился в Англию, а его жена, дети и девушка, помогавшая по хозяйству, провели с нами еще целый год. Мы снова совершали вместе длинные прогулки, которые теперь казались детям уже не такими трудными. Я несколько раз навещал Ингемов после того, как они все вернулись в Англию. Один из мальчиков, если я не ошибаюсь, готовится сейчас поступить в университет, другой стал офицером военно-воздушных сил. Они до сих пор любят Нью-Хемпшир и нашу долину.

Винтнер по-прежнему оставался нашим летним соседом. Мы решили в 1940–41 учебном году поработать вместе, и он ради этого приехал в Кембридж. К несчастью, в тот год военная тематика поглощала все мое внимание. Я понимал, что, нарушая наш неофициальный договор, я поступаю в какой-то степени нечестно по отношению к Винтнеру. Но оказалось, что он в состоянии игнорировать тягостность политической напряженности, а я нет. И хотя я охотно уделял нашей совместной работе часть своего времени, я не мог сосредоточить на ней все свои интересы. Так мы и шли двумя разными дорогами, постепенно уходя все дальше и дальше друг от друга.

Весной разразилась катастрофа в Норвегии, катастрофы во Франции ждали со дня на день. Душевный покой, который приносила нам жизнь в Нью-Хемпшире, куда мы убегали от потрясений внешнего мира, ничего не стоил перед лицом близящейся гибели европейской цивилизации.

¹Остров в Атлантическом океане у побережья Северной Америки, на котором расположена восточная часть Нью-Йорка.

В августе 1940 года в Дартмуте состоялся летний съезд Американского математического общества. Он был настолько приятным, насколько мог быть приятным съезд, во время которого всех по-настоящему интересовала только война.

Так как в технике связи приходится производить много сложных вычислений с комплексными числами, сотрудники телефонной компании Белла построили специальный прибор — цифровую вычислительную машину, выполняющую всевозможные расчеты. При этом они воспользовались одним очень важным нововведением. Дело в том, что обычная арабская цифровая система придает специальное значение числу 10, оправданное только привычкой и не находящее никакого подтверждения в основных законах арифметики. Вместо того чтобы записывать каждое число в виде суммы стольких-то единиц, стольких-то десятков, стольких-то сотен и т. д., мы можем с тем же правом представить целое число в виде суммы единиц, двоек, четверок, восьмерок и т. д. В этом случае вместо десяти цифр, используемых в обычной арифметике, нам понадобятся только две цифры, а именно ноль и единица.

Русские крестьяне при арифметических расчетах в какой-то мере использовали такое представление чисел, называемое двоичной системой счисления¹. Большое преимущество этой системы перед обыкновенной состоит в том, что таблица умножения сводится здесь к единственному утверждению, что $1 \times 1 = 1$.

Нетрудно понять, что механизировать арифметические расчеты, выполняющиеся в двоичной системе счисления, значительно легче, чем обычные вычисления над числами, записанными в десятичной системе счисления. Это и было учтено в машине лаборатории телефонной компании Белла, использующей двоичную запись чисел. Единственным серьезным недостатком такой машины является то, что во всех остальных случаях люди все-таки пользуются десятичной системой и встречающиеся числовые данные всегда представляются в виде десятичных чисел. Тем не менее в тех случаях, когда приходится выполнять много громоздких вычислений, часто бывает выгодно пренебречь этим обстоятельством и перевести все исходные данные в двоичную систему, а все окончательные результаты — обратно в десятичную.

¹На самом деле сведение произвольных умножений к последовательности удвоений, сложений и вычитаний, а произвольных делений — к последовательности делений пополам, сложений и вычитаний, эквивалентное в какой-то степени использованию двоичной системы счисления, до начала XX века было очень распространено в народной арифметике целого ряда европейских и азиатских стран, а не только России. — *Прим. ред. перв. изд.*

В технике двоичная система счисления иногда используется при измерении толщины механических деталей с помощью специального набора «эталонов толщины». Предположим, что у нас имеется один эталон толщиной точно в один дюйм, один эталон толщиной в два дюйма, один эталон толщиной в четыре дюйма и один — толщиной в восемь дюймов. Тогда, комбинируя эти эталоны, мы можем получить любые толщины, равные целому числу дюймов от одного до пятнадцати включительно. Для этого надо только ставить наши эталоны друг на друга в следующих комбинациях:

- 1 дюйм — эталон в 1 дюйм,
- 2 дюйма — эталон в 2 дюйма,
- 3 дюйма — эталон в 2 дюйма и эталон в 1 дюйм,
- 4 дюйма — эталон в 4 дюйма,
- 5 дюймов — эталон в 4 дюйма и эталон в 1 дюйм,
- 6 дюймов — эталон в 4 дюйма и эталон в 2 дюйма,
- 7 дюймов — эталон в 4 дюйма, эталон в 2 дюйма и эталон в 1 дюйм,
- 8 дюймов — эталон в 8 дюймов,
- 9 дюймов — эталон в 8 дюймов и эталон в 1 дюйм,
- 10 дюймов — эталон в 8 дюймов и эталон в 2 дюйма,
- 11 дюймов — эталон в 8 дюймов, эталон в 2 дюйма и эталон в 1 дюйм,
- 12 дюймов — эталон в 8 дюймов и эталон в 4 дюйма,
- 13 дюймов — эталон в 8 дюймов, эталон в 4 дюйма и эталон в 1 дюйм,
- 14 дюймов — эталон в 8 дюймов, эталон в 4 дюйма и эталон в 2 дюйма,
- 15 дюймов — эталон в 8 дюймов, эталон в 4 дюйма, эталон в 2 дюйма и эталон в 1 дюйм.

Это представление толщины с помощью наборов эталонов эквивалентно записи чисел от 1 до 15 в виде следующих совокупностей единиц и нулей: 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 и 1111.

Я не помню, до или после собрания в Дартмуте Венивар Буш разослал преподавателям МТИ опросный лист, чтобы собрать предложения о наилучшем использовании ученых в случае вступления США в войну. Я придерживался в этом вопросе совершенно определенного мнения и был твердо убежден в необходимости научного сотрудничества, которое помогло бы преодолеть барьеры между различными науками и в то же время было бы добровольным, сохраняя за учеными значительную долю инициативы и личной ответственности. Я не питал никакого доверия к планам, осуществление которых требовало почти полного подчинения отдельной личности вышестоящим инстанциям, пользующимся непрерываемым авторитетом

и неизбежно ограничивающим работу каждого человека узкими рамками. Поэтому я предлагал такую систему организации, при которой небольшие мобильные объединения ученых, работающих в различных областях, трудятся над разрешением определенного круга проблем. Я предполагал, что, добившись каких-то конкретных результатов, объединение сможет передать их специальной руководящей «группе внедрения» и, обогатившись новыми научными сведениями и опытом совместной работы, в полном составе перейдет к разрешению следующей задачи.

Из всего этого ничего не вышло. Люди, привыкшие работать почти исключительно с помощью различных механических приспособлений, обычно проникаются к ним неумеренной любовью, в значительной мере вызванной тем, что механизмы не подвластны капризам, свойственным человеческим существам.

Механизация легко становится чем-то вроде религии. К счастью, перипетии последних двадцати лет у многих, в том числе и у Буша, поколебали веру в беспредельные возможности машины. Однако осталось еще достаточно людей, которые не успели так близко, как Буш, познакомиться со всеми недостатками и достоинствами машин и, следуя моде, предпочитали большие лаборатории и авторитетную администрацию.

Возвращаясь с собрания Математического общества, я обсуждал с Левинсоном — как ученый он уже прочно стоял на собственных ногах — общие проблемы устройства вычислительных машин, поскольку я подумывал о том, чтобы избрать эту область своей военной специальностью. В течение некоторого времени я по просьбе Буша занимался поисками путей использования вычислительных машин для решения систем дифференциальных уравнений в частных производных, и у меня создалось впечатление, что наиболее подходящим средством механизации их решения может быть техника сканирования, применяемая в телевидении. Опыт работы с вычислительными машинами, основанными на двоичной системе счисления, убедил меня, что электронная двоичная машина как раз и может служить устройством, осуществляющим быстрые вычисления, требующиеся при решении задач, описываемых уравнениями в частных производных.

Я совершенно отчетливо представлял себе, что машина, способная решать уравнения в частных производных, должна производить немислимо большое количество операций в немислимо короткое время. Отсюда следовало, что будущее быстродействующих вычислительных машин, предназначенных для таких целей, не могло основываться на развитии моделей Буша, в которых физические величины представлялись электрическими то-

ками или какими-либо переменными механическими параметрами самой машины, а скорее требовало какого-то чудодейственного усовершенствования обыкновенного электрического арифмометра, использующего, как я уже говорил, двоичную систему счисления вместо десятичной.

Теперь, когда я всерьез заинтересовался вопросами, связанными со скоростью вычислений, мне пришлось рассмотреть относительные достоинства двух основных стратегий вычислительной техники. Одна из этих стратегий, которой придерживался Буш, получила название техники аналоговых устройств и заключалась в том, что числам, участвовавшим в вычислениях, сопоставлялись какие-то измеримые физические величины, имеющие значение, равное соответствующему числу. Другой, цифровой метод вычислительной техники, который используется, например, в обычных настольных арифмометрах, исходит из представления каждого числа в виде определенной последовательности цифр.

Существенным различием между аналоговыми и цифровыми вычислительными машинами является то, что только цифровая машина в принципе работает так же, как и мы сами, когда решаем задачу с помощью карандаша и бумаги. Изображая некоторое число символом 56, мы имеем в виду, что оно является суммой пяти десятков и шести единиц. Если нам нужно умножить это число на 38, т. е. на сумму трех десятков и восьми единиц, мы выполняем эту операцию в таком порядке, как это показано ниже:

$$\begin{array}{r} 56 \\ 38 \\ \hline 48 \\ 40 \\ 18 \\ 15 \\ \hline 2128 \end{array}$$

При этом нам ни разу не пришлось воспользоваться чем-либо выходящим за рамки таблицы умножения и простейших правил сложения или вспоминать, что наши числа 56 и 38 — это на самом деле 56 градусов или 38 дюймов.

Однако существуют такие цифровые вычислительные машины, в которых число 10 не играет никакой особенной роли и которые работают, исходя из двоичной системы счисления. Для того чтобы понять, как это делается, рассмотрим, например, умножение $7 \times 5 = 35$ и представим числа 7 и 5 в виде

$$7 = 4 + 2 + 1,$$

$$5 = 4 + 1.$$

Согласно приведенным равенствам в двоичной системе счисления число 7 изображается числом 111, число 5 — числом 101 (это и значит, что 7 равно сумме одной четверки, одной двойки и одной единицы, а 5 — сумме одной четверки, нуля двоек и одной единицы). При выполнении операции умножения этих двух чисел мы поступим теперь следующим образом:

$$\begin{array}{r} 111 \\ 101 \\ \hline 111 \\ 111 \\ \hline 11211 \end{array}$$

Вспомнив далее, что в двоичной системе счисления $2 = 10$, мы можем переписать число 11211 в виде 12011, или в виде 20011, или, наконец, в виде 100011. Лишь последняя форма является истинно двоичной, ибо только в ней не используются никакие другие цифры, кроме 0 и 1. Переходя теперь обратно к десятичной системе счисления, получим: $32 + 0(16) + 0(8) + 0(4) + 2 + 1 = 35$. Этот метод получил название метода умножения в двоичной системе счисления. Я хочу подчеркнуть еще раз, что по существу он ничем не отличается от обычного метода умножения, использующего десятичную систему счисления.

Принцип действия аналоговых вычислительных устройств является совсем другим: здесь за основу можно принять, например, то, что в электродинамометре две катушки притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной произведению сил протекающих по ним токов, и что эту силу притяжения можно измерить, если снабдить прибор специальной шкалой. Поэтому, если по обмотке одной катушки течет ток в семь единиц, а другой — в пять единиц, то показание прибора в соответствующих единицах будет равно 35. Приборы такого типа, используемые для перемножения чисел, получили название аналоговых в связи с тем, что они заменяют первоначальную ситуацию, в которой было необходимо умножить одну какую-то величину на другую, новой ситуацией, в которой роль этих величин играют уже две силы тока, причем токи эти ведут себя аналогично исходным величинам, т. е. должны перемножаться между собой для определения величины некоторого физического эффекта.

Цифровые вычислительные машины отличаются от аналоговых, в частности, тем, что они в принципе позволяют получить ответ с любой степенью точности, определяемой лишь точностью задания исходных данных, в то время как точность аналоговых устройств ограничена той точностью,

с которой исходная ситуация оказывается аналогичной некоторой другой, используемой в качестве модели в наших вычислениях. Типичными аналоговыми устройствами были, например, машины Буша, предназначенные для решения дифференциальных уравнений.

Что же касается относительных достоинств вычислительных машин этих двух типов, то разнообразие и гибкость современных электрических и прочих измерительных приборов позволяют в настоящее время построить достаточно хорошую аналоговую машину с меньшими затратами труда и времени, чем необходимо для создания цифровой машины такого же качества. Однако если нам нужны большая скорость или высокая точность вычислений, то все преимущества оказываются на стороне цифровых машин. Только некоторые исключительные по своим качествам физические приборы могут обеспечить точность, превышающую одну десятичную часть измеряемой величины, что соответствует всего лишь точности, получаемой при использовании четырех десятичных разрядов или менее четырнадцати двоичных разрядов в цифровой машине.

Кроме того, физические измерения с такой степенью точности вряд ли могут оказаться очень быстрыми. Аналоговые устройства принципиально не способны обеспечить скорость вычислений, достаточную для проведения наиболее точных и сложных из тех расчетов, необходимость в которых возникает в современной науке и технике. Поэтому мне кажется, что наивысший расцвет использования устройств такого рода сейчас уже позади.

Что же касается цифровых машин, то мне пришлось углубиться в изучение самих принципов их работы. В обычном настольном арифмометре принцип работы заключается в том, что в зависимости от положения одних колес определяется положение некоторых других. Каждое из таких положений выбирается из числа десяти возможных, отличающихся величиной угла поворота относительно некоторого «начального положения». Эти десять положений нетрудно задать с помощью десяти зубцов. Однако при использовании металлических колес мы сталкиваемся со сложными проблемами преодоления инерции и сил трения, существенно ограничивающих возможности наших машин.

Со всех точек зрения казалось желательным заменить механическую систему выбора, осуществляемую в старых цифровых машинах, электронной. Можно было ожидать, что в результате такой замены новые машины окажутся по крайней мере в двух отношениях более совершенными, чем старые. Во-первых, инерция потока электронов значительно меньше инер-

ции любой механической системы, и, во-вторых, в электрических цепях технически гораздо легче с помощью усилителей бороться с потерями энергии, вызываемыми процессами типа трения (например, выделением тепла в сопротивлениях). По этим причинам я был абсолютно уверен в том, что быстродействующие вычислительные машины недалекого будущего будут электронными и цифровыми. Надо, однако, сказать, что в то время такие идеи стали уже довольно часто встречаться в научной литературе, так что здесь моя точка зрения была лишь одним из проявлений духа эпохи.

Как я уже сказал, в десятичных цифровых машинах в качестве основной логической операции используется выбор из десяти различных возможностей, в то время как в двоичной машине такую же роль играет выбор из двух возможностей. Повсеместное использование десятичной системы счисления, по-видимому, объясняется просто тем, что десять — это число пальцев на наших руках. Некоторые народности, например индейцы майя, вероятно, использовали для счета пальцы рук и ног и поэтому пришли к двадцатеричной системе счисления. Любопытно отметить, что если бы люди не отличались от героев мультфильмов Уолта Диснея, т. е. имели бы всего по четыре пальца на каждой руке, то, по-видимому, у нас была бы распространена восьмеричная система счисления, лишь незначительно отличающаяся от двоичной (так как $8 = 2 \times 2 \times 2$).

Тем не менее можно считать, что нам повезло, так как десятичная система счисления хотя и не является самой удобной, но все же много удобнее, чем, скажем, тринадцатеричная. В самом деле, в вычислительных машинах, основанных на десятичной системе, используются колеса с десятью зубцами, расположенными на одинаковых расстояниях друг от друга. Для создания таких колес надо уметь строить правильные десятиугольники, т. е. правильные многоугольники с десятью вершинами. Эта задача планиметрии неизмеримо более проста, чем задача построения правильного многоугольника с тринадцатью сторонами.

Однако при использовании электронных схем устройства, заменяющие колеса в механических счетных машинах, не зависят уже от законов планиметрии и здесь выбор из десяти равноправных возможностей моделируется не так легко. Наиболее естественным в электронных схемах оказался выбор одного из двух возможных исходов.

Схемы с двумя различными состояниями устойчивого равновесия были известны уже давно и получили название триггерных. Единственная возможность для построения схемы с десятью различными состояниями

заключается, по-видимому, в использовании комбинации из нескольких таких триггерных схем. По самому принципу работы триггера число различных состояний сложной триггерной схемы определяется числом различных комбинаций состояний каждого из триггеров, и это число должно быть степенью двух. Поэтому естественный способ построения схемы с десятью устойчивыми состояниями заключается в использовании схемы с шестнадцатью состояниями, шесть из которых не употребляются.

Однако при конструировании машины нам приходится затрачивать усилия и деньги не только на то, что машина будет делать, но и на все то, что эта машина могла бы делать; поэтому, используя лишь десять состояний из шестнадцати возможных, мы вынуждены будем расходовать на 37,5 процентов больше того, что в действительности необходимо. По этим причинам я считал, что быстродействующая машина для решения дифференциальных уравнений в частных производных должна быть двоичной цифровой электронной машиной.

Для того чтобы работать в двоичной системе счисления, нужно иметь машины, которые осуществляют выбор одной из двух возможностей, таких, как, например, наличие или отсутствие отверстия в кусочке картона — перфорационной карте. Устройство этого типа уже в то время использовалось в машинах «Холлерит», выпускавшихся корпорацией IBM. Однако такой метод физического представления чисел в двоичной системе счисления непригоден для действительно быстродействующей вычислительной машины. Пробивание отверстий в перфокарте — очень медленная операция в масштабах времени, где за единицу берется продолжительность одной операции порядка миллионных долей секунды. А именно такого порядка продолжительности операции надо достичь, чтобы можно было утверждать, что наша машина действительно быстродействующая. Кроме того, при сложных вычислениях число уже использованных перфокарт, от которых нам нужно теперь как-то избавиться, и число новых перфокарт, которыми нужно запастись на будущее, очень скоро стало бы астрономическим.

Разумеется, скорость пробивки отверстий можно значительно повысить, заменив механический перфоратор устройством, в котором для этой цели используется электрический разряд, однако задача хранения и использования огромных масс карточек при этом несколько не упростится. Поэтому естественно было прийти к мысли об использовании металлической ленты с магнитными отметками, наносимыми электромагнитом. Такие отметки можно считать с высокой скоростью и с такой же скоростью

стирать их, после чего лента становится пригодной для повторного использования.

Одна из основных задач, связанных с использованием таких лент, заключается в том, что размеры отметок нужно делать как можно меньшими, с тем чтобы на данной площади можно было разместить как можно больше четко различимых отметок. А для этого необходимо использовать записывающие и считывающие магнитные головки с исключительно малыми размерами полюсов. В то же время мне казалось, что уменьшение размеров полюсов магнитных головок не приведет к желаемому результату вследствие распространения магнитного поля вдоль ленты, если только сама лента или по крайней мере ее эффективный магнитный слой не будут чрезвычайно тонкими.

В результате, частично в качестве вывода из собственных размышлений, частично под влиянием совместного обсуждения этих вопросов с моими коллегами, хорошо знакомыми с техническими новинками в этой области, у меня возникла идея о том, что задачи обеспечения двух основных требований, предъявляемых к магнитной ленте, — прочности и возможности намагничивания — нужно решать по отдельности. А именно, следует выбрать какой-либо достаточно прочный немагнитный металл, на который наносится тонкий магнитный слой. В то время я больше всего думал о тонком слое железа, нанесенном на ленту из латуни или какого-нибудь другого немагнитного металла, но по совету кого-то из моих коллег я подумывал также о ленте, которая в настоящее время получила самое широкое распространение, — о бумажной ленте, покрытой тонким слоем магнитной окиси железа.

Недавно я разговаривал с одним из моих знакомых, работающих в корпорации IBM, о современных быстродействующих вычислительных машинах, и, в частности, о машинах, использующихся для решения дифференциальных уравнений в частных производных при помощи метода, получившего теперь название метода Монте-Карло и основанного на использовании многократно повторяющегося процесса осреднения. У меня создалось впечатление, что системы, о которых я думал в 1940 году, принципиально ничем не отличались от того, что сейчас реально используется.

Шансы сторон в большом игорном доме в высшей степени постоянны и предсказуемы, и метод Монте-Карло как раз и состоит в том, что математическая задача формулируется как задача о некоторой идеальной игре, после чего игра эта многократно разыгрывается и определяется достигнутый выигрыш. Вычислительное устройство, предложенное мною в 1940 году, как и

метод Монте-Карло, не основывалось на достижении некоторого состояния равновесия, а также было связано с определением исходов ряда идеальных игр.

Я послал отчет о моих соображениях по этому вопросу Венивару Бушу, но этот отчет был встречен без особого энтузиазма. Буш признал, что в предложенном мной подходе содержатся некоторые возможности, но он считал, что это дело далекого будущего, не имеющее никакого отношения ко второй мировой войне. Он посоветовал мне вернуться к этому вопросу после войны, а сейчас сосредоточиться на более насущных проблемах.

Впоследствии я узнал, что он не был особенно высокого мнения о моем предложении в первую очередь потому, что я не был инженером и до сих пор не собрал ни одной схемы. Буш весьма низко оценивал любую работу, еще не получившую физического воплощения. Сейчас единственным утешением для меня может служить лишь мысль, что я подошел к правильному решению чуть ли не на десять лет раньше создания технических методов, доказавших справедливость моих идей.

Выяснив, что проблема создания совершенной вычислительной техники не является той, в которой я легче всего могу быстро принести пользу, я стал осматриваться в поисках такой области, в которой моя работа в условиях надвигающейся войны была бы более полезной. Одно время у меня появились мысли о математических и практических аспектах проблемы кодирования и декодирования сообщений. Мои идеи в этой области позволяли создать некоторые новые методы кодирования и декодирования, но этого было еще недостаточно, чтобы оправдать их дальнейшую разработку. В самом деле, для того чтобы иметь практическую ценность, новые методы должны были оказаться значительно лучшими, чем все реально используемые или не используемые, но легко изобретаемые методы.

Вопрос о том, какое из двух кодирующих-декодирующих устройств является лучшим, совсем не прост. Можно с уверенностью утверждать, что любой достаточно большой кусок зашифрованного текста всегда может быть расшифрован, если только противник располагает достаточным временем. С другой стороны, нужно учитывать, что задача дешифровки зашифрованного текста не обязательно является тривиальной, даже если код известен заранее. В хорошем шифре должны сочетаться простота и автоматичность дешифровки для лица, знающего шифр, с большими трудностями его дешифровки для тех, кто этого шифра не знает.

Как это обычно бывает, когда системе предъявляются два противоречивых требования, одной наилучшей системы шифровки не существует,

а есть целый ряд оптимальных систем, отличающихся друг от друга тем, какое значение придается одному из этих требований по сравнению с другим. Так, например, существуют несложные шифры, используемые при передаче сообщений, которые должны оставаться секретными лишь в течение нескольких часов, и гораздо более сложные шифры для сообщений, которые должны оставаться секретными целые месяцы. Между этими двумя крайними случаями располагается множество промежуточных шифров. Поэтому нельзя разрабатывать новые шифры с академических позиций, не зная уже сложившихся традиций и практических требований, предъявляемых к ним в каждом частном случае. Таким образом, мне снова пришлось отказаться от продолжения начатых исследований и заняться поиском еще одной возможной области приложения моих способностей. Таковую область я нашел в задачах о конструировании систем управления огнем противовоздушной артиллерии.

Когда я был еще мальчиком, проблема управления огнем ставилась только для береговых батарей, обстреливающих приближающиеся военные корабли противника, т. е. для орудий, стреляющих по цели, движущейся настолько медленно, что с помощью самых примитивных счетных устройств типа специальных таблиц удавалось выполнить все нужные для наводки орудия вычисления прежде, чем цель выходила за пределы эффективного огня батарей.

Появление самолетов в ходе первой мировой войны в корне изменило такое положение вещей. Задача управления огнем противовоздушной артиллерии совсем не похожа на задачу артиллерийского обстрела крепости, а скорее напоминает охоту на уток. Пока вы стреляете, утка не остается на месте, и если целиться в ту точку, в которой утка находится в момент выстрела, то, когда прилетит пуля, она окажется уже далеко. Поэтому нужно стрелять с определенным упреждением и уметь оценивать величину этого упреждения быстро и точно. Если такая оценка окажется неверной, то вам, наверное, не удастся выстрелить по этой же утке еще раз.

По тем же причинам в систему управления огнем противовоздушной артиллерии приходится вводить что-то эквивалентное таблице поправок, позволяющей автоматически определять необходимое упреждение для орудия, с тем чтобы самолет и снаряд оказывались в одной и той же точке одновременно. Задача об этих поправках на первый взгляд может казаться чисто геометрической, но при более тщательном подходе к ее решению выясняется, что оно сопряжено с необходимостью как можно более точной оценки будущего положения самолета по данным наблюдений его положе-

ния в прошлом. Задача предсказания будущего положения самолета сводится при этом к тому, что математики называют проблемой экстраполяции.

Еще раньше в работе над некоторыми электротехническими задачами я познакомился с теорией операторов — устройств, преобразующих некоторый электрический сигнал, поступающий на вход устройства, в какой-то сигнал на выходе. С математической точки зрения оператор может быть описан формулой, задающей преобразование одного сигнала в другой, причем не всем возможным формулам такого рода соответствуют операторы, которые можно реализовать на практике. Основное условие физической реализуемости операторов сводится к тому, что выходной сигнал системы должен определяться лишь значениями входного сигнала в прошлом и в настоящем. Решение задачи о стрельбе по самолету связано с необходимостью приближенного представления с помощью физически реализуемого оператора операции перехода от прошлого к будущему положению цели. Эта операция строго выражается оператором, физически нереализуемым. В самом деле, только пророк, знающий, что творится в голове пилота, может абсолютно точно предсказать положение самолета в будущем. Однако на практике мы очень часто располагаем достаточными средствами для выполнения менее сложной задачи — приближенного прогнозирования будущего положения самолета с удовлетворяющей нас точностью.

Математическое решение проблемы прогнозирования, напрашивавшееся с самого начала, было практически непригодным, так как фактически предполагало, что у нас есть информация и о будущем поведении самолета. Тем не менее я смог показать, что это решение может быть приближено оператором, свободным от этого недостатка.

Я не хочу углубляться здесь в технические подробности, доступные лишь инженерам и ученым. Достаточно сказать, что я исследовал возможности приближенной замены физически нереализуемых операторов операторами, физически реализуемыми. Я изложил свои взгляды профессору Колдуэллу, который до войны руководил работами над вычислительными машинами Буша в МТИ, а теперь должен был заниматься применениями этих машин в военном деле. В соответствии с существовавшими в то время обычаями Колдуэлл немедленно объявил мою работу секретной, так что после этого я уже не мог открыто излагать свои идеи всем, кому я хотел.

Для проверки полученных мною результатов мы с Колдуэллом решили применить дифференциальный анализатор Буша, воспользовавшись тем, что из его частей с легкостью можно собрать много новых приборов для решения самых различных задач. С этой точки зрения дифференциальный

анализатор напоминал большой радиотехнический конструктор. И в самом деле, когда англичане решили пойти по стопам Буша и построить свой дифференциальный анализатор, они воспользовались деталями, взятыми из обычных детских конструкторов, и добились вполне удовлетворительных результатов.

Мы провели несколько опытов с различными схемами обработки и обнаружили, что те методы, которые мы заранее считали лучшими, оказались лучшими и на практике. Наши приборы представляли собой ряд сумматоров, множительных устройств и механических интеграторов.

На этом этапе разработка теории прогнозирования стала правительственным заданием и к работе был привлечен молодой инженер Джулиан Биглоу, уже работавший в течение некоторого времени в корпорации IBM. Так было положено начало нашему длительному сотрудничеству. Биглоу — тихий, прекрасно воспитанный человек, выходец из Новой Англии. Единственный его научный порок — это переизбыток научных добродетелей. Он всегда стремится к идеальному, и еще ни одна работа в его глазах не выглядела достаточно завершенной.

Раньше он был энтузиастом любительской авиации, но во время войны этот вид спорта, если и не стал совсем недоступным, то, во всяком случае, оказался слишком дорогим для рядового любителя. В практике пилотов-любителей аварии, как правило, бывают не слишком серьезными в том смысле, что чаще всего пилоту удается избежать тяжелых повреждений. Но для самолета не существует незначительных аварий. Ремонт самолета всегда производится квалифицированными механиками, и качество его проверяется официальными представителями Управления гражданской авиации. Поскольку аварии обычно происходят в самых отдаленных местах страны, ликвидация их последствий требует очень значительных затрат.

На несколько лет Биглоу переключился на выхаживание безнадежно старых и дряхлых автомобилей. Для обычного автомобилиста машина является просто средством передвижения, позволяющим ему добираться туда, куда хочется, но для истинного любителя каждая новая машина — это вызов его способностям к преодолению трудностей. Инженер такого типа никогда не удовлетворится обычной машиной. Либо он постарается сделать свою машину лучшей в мире, либо употребит всю свою изобретательность для того, чтобы заставить работать машину, место которой уже давно на свалке металлолома. Если вы пускаетесь в путь с таким любителем за рулем, то можете не опасаться никаких серьезных происшествий, но без приключений вам никогда не обойтись. Помню, однажды фон Нейман хотел поговорить

с Биглоу, которым он интересовался как одним из возможных участников работы по созданию быстродействующих вычислительных машин. Из Принстона мы позвонили в Нью-Йорк, и Биглоу согласился приехать к нам на своей машине. Мы подождали до назначенного часа, но Биглоу не появился; не приехал он и еще через час. И только потеряв всякую надежду, мы услышали пыхтение древней машины. Это Биглоу, наконец, добрался к нам буквально на последнем такте мотора машины, которая в других руках остановилась бы уже много месяцев тому назад.

Мы с Биглоу вначале попытались определить границы применимости нашего метода прогнозирования, так как заранее почти с полной уверенностью можно было предположить, что возможности этого метода довольно ограничены. На этот раз, вместо того чтобы испытывать нашу систему прогнозирования на гладких кривых, мы решили испытать ее на кривой, состоящей из двух прямых, образующих угол.

Следует сказать, что прибор для прогнозирования состоял из двух блоков, одного, который все время следил за данной кривой, и другого, который на основе полученной информации о поведении кривой в прошлом устанавливал, как будет выглядеть эта кривая через некоторое время в будущем. Когда мы испытывали прибор не на гладкой кривой, а на кривой, в которой за одним отрезком прямой следует другой, наклоненный под определенным углом к первому, мы обнаружили, что система по-прежнему работает, но чрезвычайно странным образом.

Удивительным, волнующим и, по правде говоря, неожиданным было то, что прибор, сконструированный для наилучшего слежения за гладкой кривой, оказался слишком чувствительным для угловых точек. При переходе через такую точку в нем возникали сильнейшие автоколебания. Мы несколько раз исследовали это явление и каждый раз получали одни и те же результаты. Отсюда было уже недалеко до мысли о том, что встретившееся нам явление заложено в порядке вещей и его невозможно изменить. Но это значит, что в самой природе процесса прогнозирования заложено то, что приборы, рассчитанные на точное слежение за гладкими кривыми, оказываются чрезмерно чувствительными в применении к ломаным. По-видимому, здесь мы еще раз сталкиваемся с тем же противодействием природы, которое проявляется в принципе неопределенности Гейзенберга, согласно которому нельзя одновременно точно определить, где находится частица и с какой скоростью она при этом движется.

Чем больше мы изучали возникшую задачу, тем больше убеждались в том, что мы правы и что встретившаяся нам трудность является прин-

ципиальной. Но если уж мы не могли достигнуть того, к чему стремились (впрочем, без особой надежды на удачу), т. е. построить идеальную систему прогнозирования, годную во всех случаях, нам оставалось по одежке протягивать ножки и попытаться разработать такую систему прогнозирования, которая была бы наилучшей среди всех, не противоречащих законам математики. При этом было необходимо ответить на один важный вопрос: что следует понимать под наилучшей системой прогнозирования? Уменьшение ошибки слежения за гладкой кривой ведет к увеличению ошибок, связанных с излишней чувствительностью следящей системы при слежении за ломаной. Чем же следует руководствоваться в поисках компромисса между ошибками этих двух типов?

Ответ на этот вопрос заключается в том, что при выработке разумного компромисса можно руководствоваться только статистическими представлениями. Зная статистическое распределение кривых, которые нам надо экстраполировать, т. е., например, зная статистическое распределение путей самолетов, по которым ведется стрельба, можно искать такой метод прогнозирования, при котором некоторая величина, характеризующая ошибку, принимает наименьшее значение. Наиболее естественной величиной, с которой мы и начали (руководствуясь в первую очередь надеждой на простоту соответствующих расчетов, а не на то, что полученные при этом результаты будут иметь особенно большое военное значение), является средний квадрат ошибки прогнозирования.

Иначе говоря, мы каждый раз определяли квадрат ошибки прогнозирования (т. е. квадрат разности между истинным и предсказанным значениями координаты кривой), а затем подсчитывали среднее значение этой величины за все время работы нашего прибора, которое и старались минимизировать.

При этом мы смогли сформулировать задачу прогнозирования как некоторую задачу о нахождении минимума, т. е. придать ей определенную математическую форму, зависящую, разумеется, от предположений о свойствах статистической совокупности кривых, которые нам придется экстраполировать. Область математики, посвященная решению задачи о нахождении минимума величин, зависящих от вида некоторых кривых, известна под названием вариационного исчисления и представляет собой специальную математическую дисциплину, имеющую многочисленные применения. В наиболее обычных случаях задачи вариационного исчисления сводятся к некоторым дифференциальным уравнениям, определяющим функции или кривые, удовлетворяющие требуемым условиям минимума; однако в ряде случаев (с одним из которых как раз нам и пришлось встретиться) они при-

водят к родственным, уравнениям другого типа, называемым в математике интегральными.

К счастью, я уже занимался теорией интегральных уравнений и раньше, но еще более удачным оказалось то, что уравнения, к которым привело нас решение задачи прогнозирования, представляли собой лишь немного более общий случай уравнений, ранее изученных Эберхардом Хопфом и мною. Таким образом, я смог не только поставить задачу прогнозирования, но и решить ее. В довершение всех удач полученное решение было по форме довольно простым. Оказалось, что решение, найденное нами на бумаге, нетрудно воплотить в конкретный прибор; для этого нужно было только собрать несложную схему из индуктивностей, емкостей и сопротивлений и подключить ее к небольшому электродвигателю того типа, который можно купить у любой фирмы, выпускающей измерительные приборы.

Мы построили прибор, преобразовывавший высоту движущейся точки в электрическое напряжение. Затем мы пропускали это изменяющееся во времени напряжение через совокупность сопротивлений, конденсаторов и катушек с магнитными сердечниками. В другой точке системы мы снимали напряжение и непрерывно измеряли его вольтметром. Конкретный тип вольтметра, использовавшегося нами, позволял строить непрерывный график изменения напряжения. Эта запись использовалась в качестве выходного сигнала и служила для прогнозирования значения напряжения на некоторый интервал времени вперед.

Следующая задача, которой я занялся, состояла в прогнозировании на основании неточных данных о прошлом. Эта задача также сводилась к задаче на нахождение минимума, причем здесь уже нам надо было располагать не только статистикой самих упреждаемых кривых, но и статистикой ошибок в определении прошлых координат этих кривых. После этого рассматриваемая задача о нахождении минимума свелась к другому уравнению Винера – Хопфа, решаемому при помощи тех же методов. Таким образом, и здесь удалось построить вполне удовлетворительную математическую теорию.

В науке часто недостаточно решить какую-нибудь задачу или группу задач. После этого нужно присмотреться к этим задачам и заново осмыслить, какие же задачи вы решили. Нередко, решая одну задачу, мы автоматически находим ответ и на другой вопрос, о котором раньше вовсе не думали.

Именно так обстояло дело с новой теорией прогнозирования. Оказалось, что в теории прогнозирования будущих значений полезного сигнала, наблюдаемого в смеси с шумами, на основе данных о статистических харак-

теристиках полезного сигнала и шума содержится также и основная идея нового подхода к задаче о таком разделении полезных сигналов и шумов, которое можно было бы считать наилучшим.

Мы обнаружили это в самое подходящее время, когда только что появившаяся новая техника радиолокации встретила с серьезными трудностями. При использовании радиолокаторов было крайне важно уметь обнаруживать слабые сигналы на фоне маскирующего сигнала шума. Для инженера-электрика шум — это отнюдь не только те звуки, которые можно услышать, но и любое нежелательное электрическое возмущение. Например, шумом являются мерцание и мелькание изображения в плохо настроенном телевизоре. Шумами называются и все те сигналы, которые проходят через радиолокационную систему и вместо того, чтобы уточнять характер полезного сигнала, лишь искажают его.

Отделение полезного сигнала от шума осуществляется при помощи фильтра. Электрические фильтры известны давно и уже много лет назад начали использоваться в телефонии, для того чтобы очищать полезный сигнал от сопутствующих ему шумов. Первоначально они конструировались так, чтобы пропускать все сигналы из определенного диапазона частот, практически не изменяя их интенсивности, и как можно сильнее ослаблять сигналы с частотами, лежащими вблизи указанного диапазона, но все же выходящими из него.

Когда же на основании опыта телефонных фильтров были созданы фильтры для телевизионных установок, оказалось, что, начиная с некоторого момента, чем лучше становились характеристики фильтра, тем хуже он работал в телевизионной схеме. В чем же здесь дело? Ответ заключается в том, что телефонные фильтры были рассчитаны на специальные характеристики человеческого уха. Ухо человека представляет собой весьма чувствительный прибор для определения высоты звука, оно достаточно точно оценивает его громкость и очень мало реагирует на так называемые фазовые соотношения, другими словами, лишь очень грубо регистрирует те моменты времени, когда колебания воздуха проходят через нуль. Переменный же ток, как я уже говорил, характеризуется не одной величиной, определяющей его интенсивность, а сразу двумя величинами, определяющими его интенсивность и фазу. Рисунок, изображающий переменный ток, можно сравнить с плоским гребнем. Перемещая такой гребень взад и вперед в его плоскости, я меняю определенную величину, которую и называют фазой. В акустике такие изменения фазы не являются совершенно неосоздаемыми, но роль их очень невелика, и поэтому первоначальные телефонные

фильтры и другие фильтры для звуковых колебаний обычно строились без всякого учета возможных изменений фазы.

Радиолокатор же, так же как и телевизор, порождает сигналы, воспринимаемые глазом, и для класса сообщений, передаваемых по телевидению или содержащихся в сигнале радиолокатора, глаз ничуть не менее чувствителен к ошибкам в значении фазы, чем к ошибкам в значении амплитуды. Таким образом, при использовании обычных телефонных фильтров в радиолокации и телевидении свойственные этим фильтрам фазовые искажения оказались слишком дорогой ценой за отличное качество передачи амплитуды в широком диапазоне частот. Для того чтобы свести к минимуму суммарную ошибку в телевидении и радиолокации, необходимо было за счет некоторого увеличения амплитудных искажений по сравнению с возможностями лучших телефонных фильтров существенно уменьшить фазовые искажения. Для определения разумного компромисса между этими двумя типами искажений предложенный мною метод хотя и не являлся идеальным, но все же оказался вполне полезным и давал лучшие результаты, чем все другие известные ранее методы.

Мне, конечно, не хочется, чтобы создалось впечатление, что только я обратил внимание на непригодность старых методов конструкции фильтров для создания радиолокационных и телевизионных фильтров или что только я понимал, в чем кроется причина этой непригодности. Просто мой метод впервые позволил указать простой, удобный и разумный способ подхода к общей задаче нахождения наилучших фильтров.

Для того чтобы исследовать потенциальные возможности систем прогнозирования, мы с Биглоу организовали маленькую лабораторию. Кроме нас в ней работали еще два человека. Один из них, отличный механик и электрик, переводил наши идеи в реальные схемы, едва только мы успевали их продумать. Второй был вычислителем, который до этого работал бухгалтером.

Читатель, если ты когда-нибудь захочешь организовать вычислительную лабораторию, последуй моему совету и не бери в качестве вычислителя бывшего бухгалтера, как бы честен и квалифицирован он ни был. Вычислитель должен делать расчеты с определенной степенью точности. Это значит, что он должен учитывать определенное число значащих цифр независимо от того, появляется ли первая значащая цифра в шестом знаке после или в шестом знаке до запятой. Бухгалтер же делает расчеты с точностью до центов, и он будет работать так до судного дня. Какие бы числа ни попадались нашему бухгалтеру в процессе расчетов, он неиз-

менно ограничивался двумя знаками после запятой, не обращая внимания, были ли это числа порядка миллионов, где даже первый знак перед запятой не имел никакого значения, или порядка нескольких сотысячных.

Быть точным до последнего цента — это было делом его совести, и он просто не мог понять, что физические величины измеряются не в центах, а по скользящей шкале, в которой то, что является центом в одной задаче, может оказаться долларом в другой. В частности, когда ему нужно было вычислить малую разность между двумя большими числами, он никак не мог уразуметь, что эти большие числа должны быть измерены с гораздо большей точностью, чем та точность, с которой мы можем определить их разность.

Я чувствовал огромную ответственность за эту работу. Я старался сделать ее как можно быстрее, хотя как раз к этому я максимально не приспособлен. Не одну ночь я просидел за расчетами, безуспешно стараясь успеть к какому-то крайнему сроку, которого мне никто не назначал. В то время я еще не представлял себе всей опасности бензедрина¹ и боюсь, что это серьезно отразилось на состоянии моего здоровья.

Как бы там ни было, я с огорчением заметил, что груз секретности тяжело давит мне на плечи и что бензедрин играет злые шутки со способностью людей хранить тайны. Я и так не очень скрытен по натуре, а употребление этого лекарства сделало меня просто болтливым, что было совсем не ко времени. Мне пришлось отказаться от бензедрина и поискать более разумное средство для поддержания сил, необходимых, чтобы нести бремя военных тягот.

За нашей работой наблюдал доктор Уоррен Уивер из Рокфеллеровского института. Мы с Биглоу несколько раз приезжали к нему для консультаций и для того, чтобы сопоставить свои идеи с представлениями других ученых, работавших над теорией прогнозирования и по проблеме сглаживания радиолокационных данных о движении самолетов. Мы совершили две или три поездки на юг, в Форт Монроу в штате Виргиния и на военную базу на побережье Северной Каролины. Там мы встретились с сотрудниками лаборатории телефонной компании Белла, которые охотно поделились с нами своими соображениями. В результате нам удалось объединить в единое целое весь материал, накопленный всеми работавшими в этой области. Должен сознаться, что несколько раз на этих встречах я засыпал, утомленный дорогой и предшествовавшей тяжелой работой.

¹Лекарство, употребляемое, в частности, как возбуждающее средство.

Вернувшись домой, мы построили экспериментальную установку, позволяющую генерировать нерегулярные функции того типа, который встречается в задаче о прогнозировании движения самолетов, и затем на основе статистических данных, полученных на этой установке, построили систему прогнозирования. Нам удалось создать систему, которая определяла изменение напряжения во времени, скажем, за полсекунды до того, как это изменение реально наступало. Это позволило проверить правильность нашей теории и выяснить критерии, которыми следует руководствоваться при построении приборов, обеспечивающих хорошее прогнозирование.

Весьма любопытной оказалась и сама задача генерирования нерегулярных кривых со статистически заданной степенью нерегулярности. Мы проецировали на потолок луч света, совершавший более или менее периодическое движение. Затем стремились следовать за этим лучом при помощи другого луча, отражавшегося от зеркала, угол поворота которого определялся поворотом рукоятки определенного прибора. Однако в этом приборе перемещение пятна на потолке не было пропорциональным повороту рукоятки, управлявшей движением зеркала, а довольно сложным образом зависело от характеристик всего прошлого пути зайчика (от интеграла и производных этого пути). Более того, сама рукоятка была соединена с целой системой пружин и противовесов, и потому у оператора создавалось ощущение, очень далекое от обычного для подобных рукояток. Таким образом, управление движением светового пятна было, во-первых, достаточно сложным, а во-вторых, совершенно необычным. Естественно, что каждый человек реагировал на работу прибора несколько по-своему; поэтому при конструировании системы прогнозирования мы исходили не только из общих характеристик прибора, но и из конкретных возможностей каждого человека, находившегося на определенном уровне обучения.

За эту работу мы были вознаграждены ясными и последовательными результатами. С одной стороны, мы построили механическую систему, позволившую в значительной степени осветить характер поведения человека, решающего некоторую искусственную задачу, и природу нерегулярного поведения, вызванного участием человека в системе управления. С другой стороны, мы нашли способ воспроизведения основных черт нерегулярного движения самолета в полете. Поэтому мы могли надеяться, что наша теория позволит создавать системы, которые и на практике помогут сбивать реальные самолеты.

Для задачи управления противовоздушным огнем наши идеи имели двойную ценность. В таких задачах мы сталкиваемся с необходимостью

учитывать два субъективных психологических фактора. С одной стороны, характер полета самолета, управляемого пилотом, стремящимся обеспечить безопасность своей машины, в значительной мере зависит не только от технических возможностей самолета, но и от состояния нервной системы человека, так что действия пилота мало отличаются от той гипотетической модели поведения, которую мы построили. С другой стороны, наводчик зенитного орудия по техническим причинам не может идеальным образом следить за целью и, кроме того, совершает случайные ошибки, связанные с ограниченными возможностями его органов чувств и мускулов. Два вида этих субъективных факторов входят в качестве составных частей в тот полумеханизированный процесс, в результате которого зенитное орудие сбивает самолет.

В начале войны единственный известный метод слежения за самолетом заключался в том, что наводчик зенитного орудия должен был держать самолет на прицеле своего орудия, управляя движением орудия вручную. В ходе войны в связи с усовершенствованием радиолокаторов этот процесс был механизирован. Появилась возможность непосредственно связать орудие с радиолокатором, определявшим местоположение самолета, исключив, таким образом, субъективный элемент в операции наведения орудия.

Однако у нас не было ни малейшей возможности устранить психологические факторы в поведении противника, а чтобы иметь возможность дать наиболее полное математическое описание общей задачи управления зенитным огнем, необходимо рассматривать все факторы этой задачи с единой точки зрения — либо с точки зрения человека, либо с точки зрения машины. Поскольку наше понимание процессов в механическом устройстве для наведения орудия на цель было куда более полным, чем понимание психологии пилота, мы решили попытаться построить механические модели поведения наводчика зенитного орудия и пилота самолета.

И в том и в другом случае поведение людей основывается на том, что они наблюдают совершаемые ими ошибки и стараются исправить их, сознательно действуя в направлении, обеспечивающем уменьшение этих ошибок. Такой метод управления показался нам довольно похожим на метод, уже давно известный в электротехнике и начавший в это время применяться в следящих системах и в системах, использующих для целей управления внешние источники энергии, скажем, при управлении грузовиком. Такой принцип управления называется принципом отрицательной обратной связи.

Отрицательную обратную связь можно использовать, например, для управления вращением орудийной башни корабля. Если орудия башни

направлены не в том направлении, которое определено вычислительным устройством, разница в направлениях используется в качестве сигнала управления устройством поворота башни таким образом, чтобы вызвать поворот этой башни в направлении, заданном вычислительным устройством.

Все физиологи прекрасно знают, что патологическое состояние какого-нибудь органа в значительной мере позволяет уяснить законы его нормального функционирования. Поэтому мы задали себе вопрос, обладают ли системы с отрицательной обратной связью какой-либо ярко выраженной специфической патологией. Такая постановка вопроса является, по-видимому, совершенно закономерной.

Для того чтобы разобраться в общих принципах использования отрицательной обратной связи, рассмотрим пример орудийной башни, поворот которой регулируется простым поворотом рукоятки. Если поворот башни выполняется непосредственно с помощью рукоятки, то одно и то же усилие, приложенное к рукоятке, вызовет различные результаты в зависимости от того, нагрелась ли башня или нет (ибо от этого зависит, является ли смазка жидкой или застывшей). Кроме того, результаты поворота рукоятки будут зависеть и от того, опущены ли орудия башни, так что ее момент инерции относительно вертикальной оси велик, или же эти орудия подняты, что сразу приводит к уменьшению момента инерции. Основная цель использования отрицательной обратной связи в системе управления орудийной башней заключается в том, чтобы сделать реакцию башни более точно пропорциональной усилию, приложенному к рычагу, и, следовательно, меньше зависящей от трения, момента инерции и других внешних условий.

В системе с отрицательной обратной связью зависимость реакции от изменения нагрузки не просто меньше, чем в системах без обратной связи. Эта зависимость становится все меньшей и меньшей по мере того, как все бо́льшая и бо́льшая часть реакции системы подается обратно на ее вход, — другими словами, по мере того, как повышается коэффициент усиления в цепи обратной связи. Однако такое улучшение характеристик системы не продолжается до бесконечности, так как на определенном этапе при некотором большом значении коэффициента усиления в цепи обратной связи в системе самопроизвольно возникают колебания, система начинает вести себя совершенно диким образом, и зависимость реакции от нагрузки оказывается даже бо́льшей, а не меньшей, чем для систем без обратной связи. Мы решили, что если процессы управления в человеческом организме и в самом деле в значительной степени определяются использованием отрицательной обратной связи, то должны существовать условия очень сильной обратной

связи, при которых человеческий организм вместо того, чтобы эффективно осуществлять управление, попадет в режим все более и более сильных свободных колебаний, которые будут продолжаться либо до полного разрушения организма, либо до полной перестройки его поведения.

Это соображение, в равной степени принадлежащее мне и Биглоу, я изложил моему другу нейрофизиологу доктору Розенблюту. В то время он еще не переехал в Мексику и работал вместе с доктором Кэнноном на медицинском факультете Гарвардского университета. Мы задали ему конкретный вопрос: не существует ли такого нервного расстройства, при котором у больного в состоянии покоя не наблюдается никакого тремора, но как только он пытается взять, например, стакан воды, у него начинается дрожь, которая становится все сильнее и сильнее до тех пор, пока эта попытка не потерпит полную неудачу, т. е. пока он не прольет воду?

Доктор Розенблют ответил, что такое патологическое состояние хорошо известно и называется интенционным тремором; обычно причина этого заболевания связана с расстройством мозжечка, управляющего целенаправленной мышечной деятельностью человека и определяющего уровень, на котором эта деятельность происходит. Таким образом, оказалось, что наше предположение о значительной роли обратной связи в системе управления человека можно подтвердить ссылкой на бесспорное сходство расстройства систем с обратной связью и общеизвестной в медицине формой патологии целенаправленного организованного поведения человека.

Около двух лет тому назад мне самому пришлось столкнуться с событием, которое можно рассматривать как иллюстрацию к излагаемым здесь идеям. Совершенно неожиданно моя маленькая внучка, жившая тогда у нас, заболела интенционным тремором того типа, о котором я только что рассказывал. Мы сразу же отвезли ее в больницу и узнали, что заболевание вызвано особой формой энцефалита, затронувшего мозжечок. Положение было очень серьезным, но по счастливой случайности девочка полностью выздоровела, избежав каких бы то ни было остаточных явлений. Если бы я был суеверен, ее заболевание и многие другие похожие случаи, о которых рассказывали мне врачи, заставили бы меня поверить, что болезнь — это злобное существо, с особенным удовольствием мстящее ученым, которые с ней борются.

Теперь я хочу вернуться к работе нашей тройки. Мы изложили свои идеи в статье, но, главное, мы с Биглоу почувствовали, что можем уверенно обращаться с субъективными факторами в системе управления, рассматривая их просто как дополнительные технические элементы с обратной

связью. В результате этого мы пришли к выводу, что можем уже перейти от наших грубых экспериментальных установок к созданию полной системы управления противовоздушным огнем и прогнозирования.

Было очевидно, что в принципе система управления огнем зенитной артиллерии должна быть системой с обратной связью, содержащей множество второстепенных обратных связей, характеристики которых должны были влиять на всю систему в целом. На самом деле эти характеристики были нам неизвестны, поэтому можно было рассчитывать лишь на создание весьма несовершенной и плохо отрегулированной установки. Исходя отсюда, было решено, что нет особого смысла развивать дальше работу в этом направлении отчасти еще потому, что предварительные математические расчеты не давали надежды на особенно высокое качество работы подобных систем управления.

Наши идеи были с энтузиазмом подхвачены другими специалистами в этой области и в конечном счете привели к определенному повышению качества практически используемых систем, в частности систем для отделения ошибок экспериментальных данных. Окончательно отработать конструкцию предложенной системы слежения нам не поручили; вместо этого меня попросили написать книгу, посвященную временным рядам, экстраполяции и интерполяции. Эта книга была размножена фотолитографским способом и благодаря желтой суперобложке получила название «Желтой опасности», перехватив это прозвище у книг математической серии, выпускаемой немецким издательством Шпрингера в одинаковых желтых переплетах. Мой учебник довольно широко использовался проектировщиками систем управления наводкой и огнем зенитной артиллерии во время войны, а также специалистами по следящим системам и системам связи, которым он оказался полезен и в военные и в послевоенные годы. После войны книга была еще раз переиздана в расширенном и переработанном виде с приложением, написанным профессором Норманом Левинсоном, помогающим лучше уяснить способы применения предложенного метода.

Прделанная мною работа по статистической теории управления огнем зенитной артиллерии привела в конце концов к выработке общей статистической точки зрения на проблемы связи. За прошедшие годы эта точка зрения стала общепринятой, но это еще не самое главное. Более важно то, что в настоящее время статистический подход проникает почти во все разделы техники и что этот подход находит сейчас применение и в таких бывших ранее далекими от математики областях, как метеорология, социология и экономика.

Теперь я хотел бы вернуться к своим предыдущим замечаниям, касающимся Уилларда Гиббса и того переворота, который он и его современники совершили в физике. Ортодоксальная ньютоновская точка зрения на физическую динамику сводит законы природы к определенным уравнениям, называемым дифференциальными уравнениями относительно скоростей изменения неизвестных параметров. С помощью этих уравнений скорость изменения физических параметров можно определить по их значениям, и зная начальные значения (т. е. значения в нулевой момент времени) наших параметров, мы можем шаг за шагом проследить во времени все течение описываемого явления. В самом деле, в каждый момент времени мы будем знать значения всех интересующих нас параметров; но тогда по этим значениям мы определим также и скорость их изменения, а это уже позволяет нам приближенно определить значения наших параметров и в близкий последующий момент времени.

Выбрав какой-то достаточно короткий промежуток времени, мы можем, двигаясь такими небольшими шагами, в конце концов определить значения всех интересующих нас параметров в любой наперед заданный момент. Именно так поступают астрономы, рассчитывая орбиты планет, и специалисты по баллистике, определяя траектории вылетающих из орудия снарядов.

В астрономии, как я уже говорил раньше, расчет орбит производится с очень большой точностью и с такой же точностью определяются и все исходные данные. Однако в баллистике, как и в большинстве других технических дисциплин, дело обстоит совсем не так. В момент выстрела, например, мы можем определить угол прицеливания лишь с весьма ограниченной точностью. То же самое справедливо и относительно веса снаряда, мощности заряда и параметров, характеризующих атмосферные условия. В результате с самого начала вместо точных значений всех параметров задачи мы располагаем лишь определенными диапазонами их возможных значений. Классический метод решения такой баллистической задачи состоит в том, что исходные данные сперва считаются точно известными. После этого определяют дальность действия, угол встречи, скорость при ударе и другие существенные параметры. Затем полученные результаты пересматриваются с помощью методов интерполяции или коррекции, в корне отличных от тех методов, которые использовались на первом этапе решения. При этом мы довольно бессмысленно расходуем значительные усилия сначала на то, чтобы обеспечить нереальную точность наших результатов, а затем на то, чтобы скорректировать эти недостаточно реальные данные.

Существует, однако, другой метод, который все более и более начинает распространяться в последнее время; духовным отцом этого метода и является Уиллард Гиббс.

Гиббс отметил, что с процессом изменения состояния динамической системы, происходящим в соответствии с законами физики, например со свободным вращением волчка, можно связать другой процесс, очень напоминающий течение жидкости. Для того чтобы описать движение волчка, нужно указать определенную точку в некотором пространстве, существенно отличающемся от обычного трехмерного пространства, знакомого всем из курса стереометрии. Для определения положения волчка необходимо задать шесть координат, и еще шесть координат требуется для описания скоростей их изменения (или тесно связанных со скоростями импульсов). Все эти величины образуют набор из двенадцати чисел, который по аналогии можно назвать двенадцатимерным пространством. Оказывается, что в этом пространстве существует мера объема такая, что множество волчков, заполняющих в какой-то момент определенный объем, заполняло бы точно тот же объем и в любой другой момент времени. Такой не меняющийся во времени объем можно ввести для всех динамических систем, движение которых не сопровождается притоком или расходом энергии.

Поток, напоминающий поток жидкости, о котором мы упоминали выше, можно рассматривать как поток вероятностей; именно так его и интерпретировал Гиббс. Вероятность того, что частица в определенный момент времени попадет в определенную область этого странного пространства, оказывается равной вероятности того, что она через некоторое время попадет в другую область, а именно в ту, в которую в процессе своего движения перейдет исходная область.

Типичные уравнения, описывающие такой поток, уже не принадлежат к классу так называемых обыкновенных дифференциальных уравнений, а являются интегральными. Эти интегральные уравнения связывают распределения вероятностей в прошлом с распределениями вероятностей в будущем. Получаемая связь оказывается при этом такой, что если в начальный момент времени мы будем иметь сумму нескольких разных распределений, то и в будущие моменты времени получим распределение вероятностей, являющееся суммой распределений, получаемых из каждого из тех, которые имелись вначале. Подобная система, реакция которой на сумму входных воздействий оказывается равной сумме реакций на отдельные воздействия, называется линейной. Соответ-

ственно этому и интегральные уравнения потока, описывающего динамику всевозможных аналогичных систем, также надо считать линейными.

Описанный метод весьма удобен для практических расчетов; в случае же очень сложных задач он часто оказывается гораздо более простым, чем классический метод Ньютона. В несколько упрощенном виде этот метод сейчас широко практикуется некоторыми сотрудниками технического отделения МТИ.

Кроме достоинств, связанных с простотой расчета более сложных задач, этот метод по сравнению с ньютоновским имеет принципиальное преимущество с логической точки зрения. Ведь на самом деле уменьшение точности конечных результатов объясняется вовсе не одной только неточностью уравнений и неточностью определения начальных условий; вообще все имеющиеся у нас данные содержат принципиальную неточность. Поэтому бессмысленно сначала получать результат с искусственно повышенной точностью, а затем специально изучать ошибки при расчете, с тем чтобы выяснить его реальную точность. Мы можем с самого начала выложить все наши карты на стол; в конце концов при этом мы получим ровно то, что нам нужно, не больше и не меньше. Такой подход не только позволяет сэкономить много ненужных усилий, но и приводит к повышению реальной точности расчетов.

Никакие физические измерения не являются абсолютно точными, и уже поэтому все теоретические расчеты, основывающиеся на неточных данных, также приводят к неточным результатам. Классическая ньютоновская физика приписывает неточным данным точность, которой они не обладают, определяет по этим данным решение задачи, а затем понижает точность этого решения с помощью учета неточности исходных данных. В современной физике, в отличие от ньютоновского подхода, при использовании неточных данных ученые стремятся с самого начала учитывать истинную точность наблюдений, не стараясь ни на одном этапе вычислений получить большую точность, чем та, которая на самом деле является реальной.

Если бы при решении таких задач с неточными данными мы воспользовались методом, которым пользуется астроном, определяя орбиты планет, то вполне могло бы оказаться, что мы выбрали такие начальные условия, которые приводят к результатам, не типичным для более широкого круга начальных условий, с которыми мы на самом деле сталкиваемся в исследуемой задаче. Такая нестабильность траектории может привести к неверному представлению о возможной ошибке в конечных результатах.

Как я уже говорил раньше, рассказывая о моей работе по теории прогнозирования, наиболее чувствительные из наших приборов оказываются и самыми неустойчивыми. Неустойчивость же приводит к ошибкам, вообще говоря, отличающимся от ошибок, связанных с неточностью прибора, но не менее серьезным. То, что я говорил о физических приборах, справедливо и относительно вычислительных методов. Компромисс между ошибками, связанными с неточностью данных, и ошибками, связанными с неустойчивостью методов, можно найти только на основе статистических рассматриваний. Почему же тогда нельзя встать на статистическую точку зрения с самого начала и вычислять одновременно как средний результат, так и ошибку этого результата с единой точки зрения? И если такое признание статистической природы науки уже сейчас принесло большую пользу во многих технических задачах ньютоновского типа, то во сколько же раз эта польза будет больше при таком подходе к решению задач, в которых ошибки наблюдения обычно очень велики!

В качестве примера возьмем метеорологию. Мы достаточно хорошо знакомы с законами динамики атмосферы, и если бы можно было с высокой точностью определять начальные условия для метеорологических задач, то можно было бы решать эти задачи чисто ньютоновским методом, хотя и в этом случае пришлось бы затратить много лишних усилий. Однако на самом деле для определения состояния атмосферы берется по три, четыре пробы в день на сотню тысяч кубических миль атмосферы.

Недавно по предложению Джона фон Неймана была предпринята попытка решения задачи прогноза погоды, при которой эта задача рассматривалась как некоторая очень сложная задача того же типа, что и астрономическая задача об определении планетных орбит. Идея заключалась в том, чтобы ввести все данные о начальном состоянии атмосферы в сверхмощную вычислительную машину и, используя затем законы движения, выражаемые уравнениями гидродинамики, рассчитать погоду на продолжительное время вперед.

Однако основное препятствие на этом пути состоит в том, что бюро прогнозов располагает лишь ограниченной информацией о состоянии атмосферы в отдельных точках, разделенных колоссальными промежутками. Это препятствие можно как-то преодолеть, лишь прибегнув к помощи статистических методов. Поэтому наиболее соответствующим природе задачи здесь был бы метод, органически объединяющий динамические и статистические соображения. Существуют определенные доводы, показывающие, что статистические соображения в метеороло-

гии можно отбросить, лишь вообще отказавшись от любых исследований.

Разумеется, я не собираюсь отрицать значение классической механики; мне хотелось бы, однако, обратить внимание на важные преимущества подхода Гиббса, при котором законы динамики используются для построения некоторого статистического потока.

Положение дел в метеорологии является типичным для всех тех наук, которые лишь недавно стали рассматриваться как точные и использовать количественные методы. В экономике так называемая эконометрика, изучающая экономическую динамику, жестоко страдает от того, что в ее задачах невозможно точно определить исходные числовые данные, которые приходится заменять грубыми оценками. Кто может сказать, как точно определить, что такое спрос, и как измерить его таким образом, чтобы это удовлетворило сразу всех экономистов? И разве могут совпасть мнения двух экономистов о размерах безработицы в США в данный момент времени?

Эконометрика не сдвинется с мертвой точки, пока не будут сделаны два следующих шага. Во-первых, необходимо, чтобы все величины, рассматриваемые в эконометрике, такие, как спрос, объем запасов и тому подобное, определялись с той же степенью точности и строгости, с которой рассчитываются соответствующие динамические процессы. Во-вторых, с самого начала нужно признать статистический и недостаточно точный характер этих величин и вытекающую отсюда необходимость гиббсовского подхода к их исследованию.

Все сказанное о метеорологии и экономике в равной степени справедливо и для изучения динамических процессов в социологии, для биометрики и в особенности для крайне сложной проблемы изучения нервной системы, так сказать, метеорологии мозга. Это азбучные истины принципов использования математического метода в науках, находящихся на полпути между точными и гуманитарными. Я думаю также, что эти соображения будут играть центральную роль и в технике будущего.

Новые методы, о которых я говорю, в какой-то степени содержались уже в моих работах военных лет по системе упреждения для управления огнем зенитной артиллерии и в моих последующих работах по теории связи. Пока эти методы освоены лишь небольшим числом специалистов, работающих в некоторых специальных областях науки и техники, но они опираются на здоровые философские принципы и обещают решительно изменить лицо всех точных или хотя бы полуточных наук.

Когда я писал свою первую работу по теории прогнозирования, я не предполагал, что некоторые из основных математических идей этой статьи были уже опубликованы до меня. Но вскоре я обнаружил, что незадолго до второй мировой войны советский математик Колмогоров напечатал в «Трудах» Французской академии наук небольшую, но очень важную заметку, посвященную этой же теме. В своей работе Колмогоров ограничился изучением прогнозирования для дискретных последовательностей, в то время как я изучал случаи непрерывного времени. Колмогоров ничего не говорил о фильтрах и вообще не касался вопросов, имеющих хоть какое-нибудь отношение к электротехнике. Кроме того, он не указывал никаких путей физической реализации своих систем прогнозирования или возможности их использования для управления огнем зенитной артиллерии.

Тем не менее все идеи по этому поводу, которые мне казались действительно глубокими, появились в заметке Колмогорова до того, как я опубликовал свою статью, хотя я и узнал об этом только через некоторое время. Работы Колмогорова и таких его учеников, как Крейн¹, продолжали появляться в «Докладах» Академии наук СССР, и хотя эти статьи в основном базировались на представлениях о теории прогнозирования, которые были развиты Колмогоровым в его первой статье и были несколько уже моих концепций, у меня нет никакой уверенности в том, что Колмогоров самостоятельно не нашел также и известных мне возможностей применения этих методов. Если дело обстояло именно так, ему, наверное, просто не удалось опубликовать свои результаты в открытой печати ввиду того, что они имели военное значение. Недавняя статья Крейна, в которой он прямо ссылается на мои прикладные работы, еще более убеждает меня в этом.

Я никогда не встречался с Колмогоровым, никогда не был в России и никогда не переписывался ни с ним, ни с кем-нибудь из его учеников². Все, что я говорю о нем, в значительной степени основано на догадках. Когда я только еще начинал работать для Военного министерства США и ничего не знал о статье Колмогорова, возник вопрос, не интересуется ли кто-нибудь за границей теми же проблемами, что и я. Я говорил тогда, что немецкие ученые вряд ли подготовлены к работе в этой области, что мои друзья Крамер в Швеции и Леви во Франции вполне могли бы увлечься теми же идеями, но что если кто-нибудь в мире занимается сейчас тем же,

¹На самом деле одесский математик проф. М. Г. Крейн не является учеником Колмогорова, но его работа по теории прогнозирования действительно возникла в результате разговоров с Колмогоровым. — *Прим. ред. перв. изд.*

²После написания этой книги Винер в 1960 г. посетил СССР.

что и я, то, вероятнее всего, это Колмогоров в России. Я сказал это, исходя из того, что за последние двадцать-тридцать лет почти ни разу ни один из нас не опубликовал какой-нибудь работы без того, чтобы очень скоро не появилась тесно связанная с ней работа другого на ту же тему.

Года два-три тому назад мне попала русская книга по теории связи, прогнозирования и другим тесно связанным вопросам, в которой приводилось множество ссылок на мои работы и работы Колмогорова. В этой книге приоритет признавался за Колмогоровым, и хотя это справедливо лишь отчасти, все же, как я уже говорил, вполне можно утверждать, что Колмогоров не только независимо разобрал все основные вопросы в этой области, но и был первым, опубликовавшим свои результаты. Мои собственные работы рассматриваются в русской книге очень обстоятельно, и их оценка является гораздо более объективной, чем та, на которую можно было бы рассчитывать при нынешних отношениях между нашими странами.

«Желтая опасность» по-прежнему играет важную роль в современной исследовательской жизни Америки как в военных, так и в открытых исследованиях. С разрешения правительства она была переиздана; экземпляр этой книги, должно быть, попал в Россию, что и послужило основанием для тех замечаний, о которых я только что говорил.

С определенной точки зрения мою работу, или, точнее, работу нашей группы, можно считать охватывающей очень широкую область теории и практики связи. Прежде всего «Желтая опасность», без сомнения, представляет собой статистическое исследование вопросов теории связи. В то время, когда книга писалась, почти никто не рассматривал теорию связи с этой точки зрения. Поэтому я думаю, что мне можно извинить некоторую гордость, которую я испытываю сегодня в связи с тем, что статистический подход к вопросам теории связи получил повсеместное распространение.

Я подошел к теории информации с позиций изучения электрических систем, проводящих непрерывный ток или что-нибудь такое, что по крайней мере можно интерпретировать как непрерывный ток. В то же время Клод Шеннон из лаборатории телефонной компании Белла параллельно разрабатывал близкую и во многом эквивалентную теорию с точки зрения теории электрических переключаемых схем. Эта работа представляла собой непосредственное развитие его предыдущих работ, посвященных использованию алгебры логики для решения задач теории релейных схем.

Как я уже говорил выше, Шеннон любит дискретное и сторонится непрерывного. Он рассматривает дискретные сообщения как последовательность во времени утвердительных и отрицательных ответов, и каждый

выбор между «да» или «нет» считает элементом информации. В то же время я, занимаясь теорией непрерывной фильтрации и исходя из точек зрения, казавшихся вначале совершенно отличными от точки зрения Шеннона, пришел к весьма близкому определению единицы количества информации.

Введя определение понятия количества информации по Шеннону – Винеру (ибо оно в равной мере принадлежит нам обоим), мы совершили радикальный переворот в этой области. В течение многих лет предполагалось, что пропускная способность линии связи за единицу времени определяется шириной полосы частот, используемой этой линией.

Считалось, что по линии с шириной полосы частот в 200 Гц можно передать за одно и то же время в два раза больше информации, чем по линии с полосой пропускания в 100 Гц. При этом игнорировался тот факт, что при передаче в отсутствие шумов любая полоса частот окажется достаточной для того, чтобы можно было передать любую информацию за одну секунду. Одно значение мгновенного напряжения, измеренное с точностью до одной десятиллионной, могло бы передать всю информацию, содержащуюся в Британской энциклопедии, если бы только шумы в наших цепях не ограничивали возможную точность измерения пределами порядка одной десятичной.

Первое время после изобретения телефона лишь очень немногие линии были загружены до предела пропускной способности. Однако с развитием телефонии и появлением новых способов связи, таких, как радио и телевидение, возникла необходимость в более полном использовании имеющихся возможностей передачи сообщений. Стало ясно, что уровень шумов в линиях или воздушном канале связи является еще одним важным фактором, требующим пристального внимания. Весь эфир заполнен возмущениями, которые радисты называют атмосферными помехами, и ни один проводник, будь он металлическим или газовым, не может переносить электричество порциями, меньшими чем заряд одного электрона. Пульсации, связанные с нерегулярностью потока электронов, получили название дробового эффекта, и их учет играет важную роль при проектировании современных систем связи.

Лишь совсем незадолго до второй мировой войны нагрузка линий связи возросла настолько, что неизбежные шумы стали серьезным препятствием на пути еще большего повышения их загруженности. При этом статистический подход к теории связи, который я в какой-то мере предугадал в своих старых работах по обобщенному гармоническому анализу и которому мы вместе с Шенноном придали столь большое значение в наших рабо-

тах периода начала войны, вскоре после войны стал основным методом исследования в подавляющем большинстве работ.

Наша работа, посвященная теории обратной связи в приложениях к системам управления зенитным огнем и нервной системе человека, привела к еще одному перевороту, который, как и первый, получил повсеместное признание за последние несколько лет. Когда я впервые начал работать в МТИ, электротехника делилась на два основных раздела, которые в Германии назывались электротехникой слабых и электротехникой сильных токов, а в Соединенных Штатах — электроэнергетикой и электросвязью.

Между этими двумя областями действительно существует принципиальное различие, но его сущность и точное положение границы раздела в течение длительного времени оставались неясными. Генераторы телевизионной станции или радиостанции, ведущей трансатлантические передачи, могут вырабатывать относительно большие мощности; в то же время слабенький двигатель в бормахине у зубного врача потребляет лишь малые доли лошадиной силы. Тем не менее в первом случае электричество явно используется прежде всего для обеспечения связи, а во втором служит лишь источником энергии.

В эпоху, когда истинная природа различия между двумя разделами электротехники еще не была полностью понятна, естественно, считалось, что следящие системы, управляющие движением орудийной башни, как и все другие части мощных и громоздких устройств, должны относиться к области электроэнергетики, а не электросвязи. Существенно отметить при этом, что в электроэнергетике сложилась определенная традиция рассматривать все электрические токи и напряжения как величины, непрерывно меняющиеся во времени, в то время как в теории связи, в первую очередь под влиянием работ Хевисайда, принято было рассматривать сигналы как суммы большого или даже бесконечного числа гармонических колебаний различных частот. В то время было совсем не легко понять, что в теории следящих систем и автоматического регулирования, так же как, например, в телефонии или телевидении, наиболее удобным является именно частотный подход к задачам, а не подход, исходящий из представления всех процессов в виде явных функций времени.

Мне кажется, что я могу гордиться тем, что впервые отчетливо это понял и отнес теорию следящих систем к области теории связи. Исходя из своих общих идей, я рассматривал автоматические вычислительные машины также как одну из форм систем связи, поскольку основное внимание здесь уделяется передаче сигналов, а не мощностей. С моей точки

зрения, такие системы представляют собой просто последовательность переключающих устройств, соединенных между собой таким образом, что информация, содержащаяся в сигнале на выходе каких-то из них, используется в последующих устройствах в качестве входного сигнала и сигнала управления.

Ясно, что такие переключающие устройства могли реализоваться и в форме зубчатых колес или других подобных механизмов, и в форме механических или электрических реле, использующих электронные лампы или другие средства электроники. Как я уже говорил, мне казалось, что наиболее удобными будут переключающие устройства, которые осуществляют выбор между двумя, а не десятью возможностями, и я попытался популяризировать эти идеи среди широких кругов инженеров.

Вскоре я познакомился с первой из новых цифровых машин, построенных на реле. Она находилась в Гарвардском университете. Работы по созданию этой машины велись по правительственному заданию, и руководил ими Говард Эйкен. Его успехи произвели на меня большое впечатление и вызвали чувство глубокого восхищения. Эйкен рассматривал свою машину как современный вариант тех весьма примитивных вычислительных машин, которые около ста лет тому назад разрабатывал Бэббидж в Англии. В свое время Бэббидж прекрасно разобрался в математических возможностях вычислительных машин, но совершенно не понял возникающих при этом чисто технических задач.

Меня очень удивило, что Эйкен в качестве основных элементов своей машины выбрал сравнительно медленно действующие механические реле, не придав особого значения громадному увеличению скорости вычислений, которого можно было бы достигнуть, используя электронные реле. Ограниченность этой точки зрения в настоящее время очевидна, в частности благодаря самому Эйкену, ставшему одним из наиболее энергичных и оригинальных изобретателей и конструкторов электронных вычислительных машин. Но тогда у него была какая-то странная причуда, заставлявшая его считать работу с механическим реле нравственной и разумной, а использование электронных реле — делом, никому не нужным и морально нечистоплотным.

В этой связи мне хочется напомнить об одном чрезвычайно опасном свойстве, которым часто отличаются наиболее талантливые и целеустремленные изобретатели. Люди такого склада обычно стремятся навеки законсервировать технические приемы своей области на том уровне, которого они сами достигли, и проявляют чудеса моральной и интеллектуальной изворот-

ливости, сопротивляясь, а иной раз даже воздвигая непреодолимые препятствия на пути новых работ, основанных на новых оригинальных принципах. Мы, математики, нуждаемся лишь в таких недорогих материалах, как бумага и, быть может, типографская краска, и мы давно примирились с мыслью, что при работе в какой-нибудь бурно развивающейся области наши открытия начинают устаревать в тот самый момент, когда они изложены на бумаге, и даже раньше — в момент, когда они еще только зарождаются в наших умах. Мы знаем, что в течение долгого времени все наши результаты будут служить лишь отправными точками для других ученых, работающих над теми же проблемами и заранее предвидевших все то, что нам удалось достигнуть. Именно в этом и заключается смысл знаменитого изречения Ньютона, сказавшего: «Если я видел дальше, чем другие, то потому, что я стоял на плечах гигантов».

В то же время коммерческие возможности, связанные с изобретательством, заставляют людей, работающих в промышленности, закрывать глаза на этот основной факт и надеяться, что им удастся остановить прогресс как раз на том уровне, которого они смогли достичь. Изобретателей толкает на этот путь патентная система и коммерческое отношение к техническим идеям как к объекту продажи. Однако такой взгляд на вещи безусловно нереалистичен. Изобретатель, как практик, должен иметь практическое чутье, подсказывающее ему, что в течение многих лет его основным достижением будет не изобретение какого-нибудь одного устройства, а содействие рождению нового круга идей, касающихся широкого класса технических устройств прошлого, настоящего и будущего. Он должен работать в согласии с этим новым кругом идей и должен понимать, что раз ему удалось превзойти тех, кто жил до него, то и его работа неизбежно послужит лишь фундаментом для будущих работ, а не останется навеки последним словом науки и техники.

Что касается меня, то личная заинтересованность в развитии вычислительных машин увела меня далеко за пределы круга идей, связанных с прошлым, настоящим и будущим машин, сделанных из латуни, меди, стекла и стали. Человеческий мозг и нервная система в некоторых отношениях также напоминают вычислительные машины. Подобно тому, как на выходе реле возможны лишь два сигнала «да» и «нет», для нервного волокна возможны лишь два основных состояния: состояние, в котором по волокну передается сигнал, и состояние, в котором никакого сигнала не передается. К этому сводится проявление известного принципа «все или ничего» в деятельности нервной системы, и хотя приведенная здесь наро-

чито грубая и упрощенная формулировка этого принципа, возможно, и не является вполне точной, она достаточно хорошо определяет основную закономерность передачи раздражения по нервным тканям.

Нервное волокно, правда, может быть приведено в раздражение при помощи сигналов различной интенсивности, но в конце концов возможны лишь два исхода: либо возникшее раздражение затухнет в волокне, так и не дойдя до его конца, либо же в волокне возникнет то, что химики называют процессом автокатализа, и появится электрический импульс, который от одного конца волокна дойдет до другого. В тот момент, когда этот импульс доходит до второго конца нервного волокна, он оказывается уже практически не зависящим от интенсивности исходного раздражения, и следовательно, эту интенсивность можно не принимать во внимание. Таким образом, между нервным волокном и электрическим триггером — цепью с двумя и только двумя состояниями равновесия — существует определенная аналогия. Эта аналогия оказывается очень полной, так как уже задолго до того, как сигнал достигает конца нервного волокна, вся содержащаяся в нем полезная информация заключается лишь в числе импульсов, а не в их величине (т. е. интенсивности).

Нервные волокна являются не только переключающими устройствами, но и входят как составная часть в целую систему переключающих устройств. Они соединяются друг с другом в особых точках или узлах, называемых синапсами. При этом ответ на вопрос о том, будет или не будет распространяться сигнал по выходящему из синапса волокну, зависит от всего множества сигналов, пришедших в этот синапс по входным волокнам. В простейших случаях синапс просто характеризуется определенным порогом раздражимости, т. е. выходное волокно раздражается и передает сигнал, если за какой-то определенный критический промежуток времени входные волокна передают больше какого-то определенного числа сигналов, и не раздражается, оставаясь невозбужденным, если этого не происходит.

В повседневной жизни мы так привыкли к явлению обратной связи, что часто забываем о его роли в самых простых процессах. Если нам удастся стоять на ногах, то достигается это совсем иначе, чем в случае, например, статуи, так как для того, чтобы удержать в вертикальном положении самую устойчивую статую, ее нужно все же прикрепить к какому-то пьедесталу. Люди стоят потому, что они непрерывно сопротивляются тенденции упасть вперед или назад и умеют произвольно компенсировать эти тенденции с помощью мускульных усилий, отклоняющих тело в обратном направлении. Равновесие человеческого тела, так же как и другие виды равновесия,

наблюдаемые в живых организмах, не является статическим, а достигается за счет непрерывно протекающих процессов, активно препятствующих развитию любой тенденции, направленной на то, чтобы его нарушить. Таким образом, стоя на месте или передвигаясь, мы непрерывно сражаемся с силами земного притяжения, а вся наша жизнь есть непрекращающаяся борьба со смертью.

Все эти соображения заставили меня склониться к мысли, что нервная система человека является неким аналогом вычислительной машины, и я поделился своими соображениями с доктором Розенблютом и другими нейрофизиологами. Мне удалось собрать группу нейрофизиологов, инженеров-связистов и специалистов по вычислительной технике на неофициальный семинар в Принстоне. Выяснилось, что представители каждой из этих профессий были очень рады познакомиться с работами своих коллег и воспользоваться новой для себя терминологией. В результате специалисты в этих различных областях очень быстро начали говорить на одном языке, словарь которого содержал термины, заимствованные и у инженеров-связистов, и у специалистов по автоматическому регулированию, и у нейрофизиологов.

Например, всех их интересовали вопросы хранения информации, предназначенной для использования впоследствии, и все пришли к выводу, что слово *память* (широко применяемое в нейрофизиологии и психологии) хорошо подходит для того, чтобы объединить разнообразные методы хранения информации, рассматриваемые в различных областях науки и техники. Все согласились также, что термин *обратная связь*, впервые появившийся в электротехнике и подхваченный специалистами по автоматическому регулированию, правильно описывает многие явления не только в машинах, но и в живых организмах. Наконец, все были согласны измерять количество информации числом ответов типа «да» или «нет» и в конце концов остановились на термине «двоичная единица» или бит¹ для обозначения этой единицы количества информации. Я считаю, что встреча в Принстоне дала жизнь новой науке кибернетике — теории управления и связи в машинах и живых организмах.

Я надеялся, что новая наука будет быстро развиваться в самых различных направлениях. Со временем кибернетика действительно сделала огромные успехи, и в них есть и моя доля труда. Но тогда обстановка не благоприятствовала нормальному распространению новых идей, и мне пришлось долго ждать, пока к тому, что я считал серьезным вкладом в науку,

¹Сокращение английского термина «binary digit», т. е. «двоичная цифра».

в обществе перестали относиться как к научной фантастике и пустой погоне за сенсацией.

В наше время научная фантастика стала модой; даже серьезные ученые пишут теперь научно-фантастические романы и считают это своим достоинством. Ребенком я сам страстно увлекался Жюлем Верном и Гербертом Уэллсом, отцами современной научно-фантастической литературы, но то, что пишется сейчас, делается гораздо более ловко и приносит несравненно больше вреда. С одной стороны, такого рода литература возбуждает инстинкты насилия и жестокости, оказывая такое же пагубное влияние, как лишенные комизма комиксы или гангстерские истории, в которых «ощупью крадутся в темноте, и мертвые тела падают на землю с глухим стуком». С другой стороны, эта литература способствует воспитанию поколения молодежи, которое, овладев языком научно-фантастических произведений, считает, что оно мыслит научными терминами. Наши учебные заведения, занимающиеся подготовкой научных и технических кадров, испытывают серьезные затруднения, перевоспитывая молодых людей, которые решили посвятить себя науке только потому, что привыкли играть с идеями всеразрушающих сил, иных миров и ракетных путешествий.

Все эти порочные сказки в значительной степени порождены второй мировой войной, в результате которой целое поколение ученых оказалось почти полностью деморализованным. Во время войны положение науки, и в частности математики, резко изменилось. Прежде всего, из жизни людей совершенно исчез досуг. До войны в какой-нибудь комнате отдыха Уокер Мемориал¹ нередко можно было наткнуться на группу студентов МТИ, развлекающихся одной-двумя партиями бриджа. Мне частенько случалось играть с ними. Я не считал это время потерянным ни для себя, ни для них, потому что в перерыве между партиями возникали самые разнообразные споры, которые иногда превращались в пустой студенческий треп, а иногда приводили к интересному столкновению идей. С того момента, как началась война, все стало убийственно серьезным, возможности какой бы то ни было интеллектуальной игры оказались крайне ограничены. Даже сейчас, спустя много лет после того, как война кончилась, трудно встретить молодых людей, которые осмелились бы оторвать время от своей работы, чтобы подумать о том, что эта работа собой представляет. По-моему, часы, проведенные за чтением фантастических историй о космическом пространстве, не могут заменить хорошей студенческой трепотни.

¹ Уокер Мемориал (Walker Memorial) — название одного из зданий МТИ.

Перед войной, особенно в период депрессии, доступ в науку был сильно затруднен. К тем, кто хотел заниматься научной работой, предъявлялись очень высокие требования. Во время войны произошли два существенных изменения. Во-первых, обнаружился недостаток в людях, способных осуществить все необходимые для войны научные проекты. Во-вторых, поскольку их все равно нужно было осуществлять, пришлось перестроить всю систему так, чтобы иметь возможность использовать людей с минимальной подготовкой, минимальными способностями и минимальной добросовестностью.

В результате молодые люди вместо того, чтобы готовиться к долгому и трудному пути, жили с легким сердцем, не беспокоясь о завтрашнем дне, считая, что бум в науке будет продолжаться вечно. Дисциплина и тяжелый труд были для них не обязательны, и надежды, которые они подавали, расценивались ими как уже исполненные обещания. Ученые старшего поколения задыхались от недостатка помощников, от нехватки рабочих рук, а зеленые юнцы выискивали хозяина, который спросит поменьше, но зато не покусится на лесть и деньги и проявит максимальную терпимость.

Это было одним из проявлений общего падения нравов, начавшегося тогда среди ученых и продолжающегося до сих пор. Почти во все предыдущие эпохи в науку шли только те, кого не пугала суровость труда и скудость результатов. У Теннисона в стихотворении «Северный крестьянин. Новое летоисчисление» есть такая строка: «Не женись из-за денег, но иди туда, где они есть!».

В соответствии с этой мудростью честолобивые люди, относящиеся к обществу недостаточно лояльно, или, выражаясь более изящно, не склонные терзаться из-за того, что тратятся чужие деньги, когда-то боялись научной карьеры, как чумы. А со времен войны такого рода авантюристы, становившиеся раньше биржевыми маклерами или светочами страхового бизнеса, буквально наводнили науку.

Нам пришлось отказываться от многих старых представлений. Мы все знали, что у ученых есть свои недостатки. Среди нас были педанты, любители спиртного, честолобцы, но при нормальном положении вещей мы не ожидали встретить в своей среде лжецов и интриганов.

Расставшись со своей уединенной жизнью и погрузившись в научный водоворот военного времени, я начал понимать, что среди тех, кому я доверяю, есть люди, не заслуживающие ни малейшего доверия. Не один раз мне приходилось переживать жестокое разочарование, и каждый раз это причиняло боль.

Вскоре после событий в Пирл-Харборе состоялось заседание, созванное для объединения усилий ученых, работавших в области теории связи. Читатель, наверное, удивлен, что, говоря столько времени о войне, я ничего не сказал о Пирл-Харборе и о формальном вступлении Америки в войну. Я не сделал этого потому, что все мы давно были убеждены в неизбежности войны — как именно это произойдет, в конце концов было не так уж важно, — и начало войны ничего не изменило в моей оборонной работе.

Осенью 1941 года напряжение, созданное разгромом союзников в Норвегии, Голландии и Франции, битвой за Англию и зыбкостью ситуации в Северной Африке, достигло предела, а тут еще оно осложнилось почти всеобщей уверенностью, что в Японии тоже что-то готовится.

Никто из нас не ожидал того, что произошло в Пирл-Харборе, но, кажется, никто не сомневался, что в условиях военной диктатуры Япония не станет разыгрывать войну согласно общепринятым дипломатическим церемониям, тем более, что это явно было бы нам на руку. Поэтому я, по крайней мере, воспринял Пирл-Харбор как позор и унижение, но не как что-то неожиданное.

События в Пирл-Харборе, непосредственно вызвавшие вступление Америки во вторую мировую войну сразу на обоих полушариях, имели для меня лично ряд серьезных последствий. Мне не пришлось более активно включаться в военные исследования, потому что я уже больше года делал в этом направлении все, что мог. Но война полностью разрушила наши планы — мои и Мануэля Сандовалья Балльярты: мы собирались поехать в Южную Америку с миссией доброй воли; основные средства на поездку должен был дать Государственный департамент (или, если бы с просьбой пришлось обращаться Балльярте, мексиканское правительство).

Еще больше мучил меня вопрос, что же теперь будет с моими друзьями Ли. Мы, наконец, получили для них разрешение приехать в Америку на одном из пароходов, отплывавшем из Гонконга. А тут разыгрались события в Пирл-Харборе, и пароход не смог выйти из гавани или, во всяком случае, не смог взять на борт наших друзей. В результате Ли, который уже пять лет был оторван от научной работы из-за японо-китайской войны, оказался вынужденным ждать еще пять лет, и только после дня победы над Японией нам удалось добиться его возвращения в Соединенные Штаты. В течение всего этого времени место, которое предназначалось ему на кафедре электротехники МТИ, оставалось свободным или полусвободным; когда Ли в конце концов приехал в Америку, он сразу получил должность преподавателя. Вскоре он стал ассистентом, а потом и доцентом.

Положение специалиста, который, наподобие Рип Ван Винкля¹, проспал целое десятилетие и, проснувшись, обнаружил, что мир стал иным, очень трудно. Первое, что приходит в голову, — потратить один-два года на изучение перемен, происшедших за это время. В каком-то смысле это вполне возможный, хотя далеко не самый правильный путь. Необходимость поглотить огромное количество нового материала может привести к умственному несварению. К тому же тот, кто догоняет, вынужден вступить в соревнование с людьми младшего поколения, которые овладевали определенной отраслью знания по мере ее развития, т. е. более легким путем, и потому чувствуют себя в этой области, как дома. Рип Ван Винкль тягаться с ними не под силу.

Положение Ли облегчалось тем, что я недавно изложил значительную часть статистической теории связи в «Желтой опасности». Беседуя с Ли, я сказал ему, что один из способов не оказаться безнадежно отсталым — это постараться немного забежать вперед, обеспечив себе преимущество в несколько лет и предоставив другим возможность догонять. Ли ухватился за эту идею.

Ему помогли многолетние навыки нашей совместной работы, благодаря которым он прекрасно разбирался в особенностях моей манеры мышления и изложения. Вот почему Ли взял на себя задачу, исходя из набросанных мной (в весьма общем виде) идей, детально разобрать все проблемы, представляющие интерес для инженеров-связистов, т. е. познакомить широкие технические круги с той областью знания, которую я позже назвал кибернетикой.

Ли упорно проводил в жизнь свою программу и за несколько лет добился блестящего успеха. Сейчас он пишет книгу для инженеров, в которой теория связи рассматривается с новой точки зрения²; в своей работе он проявляет огромное терпение, исключительную тщательность и полное понимание интересов читателя. Так как я слишком близок к появлению на свет этой теории, для меня подобная объективность изложения была бы невозможна.

Ли познакомил с новыми идеями сотрудников многих государственных и частных лабораторий. Он научил целое поколение молодых инженеров-электриков широко пользоваться статистическими соображениями и рас-

¹Герой рассказа американского писателя Вашингтона Ирвинга (1783–1859), проспавший двадцать лет и после этого вернувшийся в родную деревню.

²Книга Ли под названием «Статистическая теория связи» (*Statistical Theory of Communication*) была опубликована в США в 1960 г.

смаатривать возникающие в их области задачи с пропагандируемой мной точки зрения. Он организовал летние конференции для инженеров, творчески работающих в промышленности связи; приезжая в МТИ, они получали возможность освежить свои знания с позиций кибернетики.

Таким образом, трудности, созданные десятилетней изоляцией, были успешно преодолены. Старт, взятый Ли в области новых методов, позволил ему быстро наверстать упущенное за 1936–1946 годы, а главное, интересующие его специфические проблемы служили великолепной лакмусовой бумажкой, с помощью которой Ли всегда мог определить, до конца ли он разобрался и достаточно ли близко познакомился с исследованиями предыдущего периода. Короче говоря, курс, который был избран в тот момент, когда по окончании войны семья Ли прибыла на южный вокзал Бостона, полностью себя оправдал.

Возвращение Ли в МТИ очень помогло мне продвинуться в исследовании следящих систем и всего того круга проблем, которому я позднее дал название кибернетики. Как я уже говорил, Ли сейчас сам заканчивает книгу на эту же тему.

К сожалению, всего того, что могли сделать мы вдвоем, и того, что могли бы сделать на нашем месте сто человек, все равно было бы недостаточно, чтобы охватить хотя бы ничтожную часть литературы по следящим системам и заводам-автоматам, к созданию которых привели наши ранние совместные работы. Заводы-автоматы обещают стать не исключением, а правилом уже для тех, кто занимается сейчас в колледжах. Они породили новый вид специалистов, которые умеют не только строить такие заводы, но и решать с их помощью самые разнообразные задачи. Современная техника создания заводов-автоматов выходит далеко за рамки возможностей сугубого теоретика вроде меня.

Как читатель увидит из следующей главы, я считал своей обязанностью не столько дальнейшее совершенствование заводов-автоматов, сколько объяснение их природы и тех последствий, к которым приведет их распространение; я хотел прежде всего предупредить рабочих и работодателей о необходимости разумного отношения к этой проблеме.

13

МЕКСИКА. 1944

Война продолжалась; работы, начатые чистыми теоретиками вроде меня, постепенно переходили в руки конструкторов, и я оказался не у дел. Приблизительно в январе 1944 года Балльярта сказал мне, что весной в Гвадалахаре¹ состоится съезд Мексиканского математического общества, на котором организаторы хотели бы видеть побольше американских ученых, и в том числе меня.

Едва я пересек границу Мексики, как был очарован розовыми с голубым глинобитными домами, резким прозрачным воздухом пустыни, новыми растениями, цветами и многочисленными приметами незнакомого быта, в котором чувствовалась гораздо большая жизнерадостность, чем у нас, североамериканцев. Высокогорная прохлада Мехико-Сити, пронзительная окраска якаранды и бугенвиллии², средиземноморская архитектура — все заставляло ожидать чего-то необычного и волнующего. Сколько я ни бывал потом в Мексике, мои первые впечатления не изменились. Узнай я в один прекрасный день, что у меня никогда больше не будет повода побывать в этой стране и принять участие в ее жизни, я был бы очень огорчен.

Розенблюты встретили меня на вокзале и позаботились о том, чтобы я получил место в общежитии Государственного института кардиологии. Как только я немного акклиматизировался и перестал чувствовать страшную усталость из-за непривычной высоты, мы с Артуро начали изучение одной из разновидностей мускульного тремора, а именно *клонического тремора*, т. е. спазматического дрожания, которое часто возникает после того, как посидишь, положив ногу на ногу. Нам казалось, что это великолепный случай для изучения обратной связи в нейромускульной системе.

Я начал свое путешествие, располагая весьма скудными сведениями об испанском языке; весь мой багаж состоял из общих познаний в латыни

¹Столица одного из западных штатов Мексики.

²Якаранда — деревья и кустарники, растущие в тропических лесах Южной и Центральной Америки; некоторые виды дают ценную древесину, известную под названием палисандрового дерева. Бугенвиллия — род южноамериканских лазящих кустарников.

и в романских языках, подкрепленных двумя-тремя уроками, которые дал мне один наш студент-мексиканец.

Я захватил с собой испанскую грамматику и пытался использовать свой убогий испанский язык для общения с товарищами по общежитию, большинство которых довольно сносно говорило по-английски. Обычно мы вместе обедали в закрытой докторской столовой, и я постепенно привык к острому соусу с перцем, который неизменно сопровождал все блюда. Окружающие относились ко мне дружески и вместе с тем подчеркнуто вежливо, благо испанский язык и мексиканские обычаи позволяют употреблять выражения, одновременно и почтительные и фамильярные. Мне говорили *maestro* — в Мексике так называют и преподавателей и ремесленников, плотников или каменщиков. В обращении к преподавателю этот титул звучит менее официально и вместе с тем более уважительно, чем *señor*¹.

Я много играл в шахматы с молодыми докторами и изредка с Артуро, хотя, поскольку Артуро явно предпочитал играть со мной в китайские шашки, мне нетрудно было догадаться, что он думает обо мне как о шахматисте. Я любил ходить в верхнюю часть города за покупками. Но я не мог доставить себе это удовольствие сразу по приезде — пришлось подождать, пока мое кровяное давление достаточно поднимется, чтобы побороть функциональную анемию, которая мучает всех новых жителей Мехико.

Во время этого визита в Мексику я узнал об Артуро много нового. Он начал свою карьеру не как ученый, а как музыкант и некоторое время зарабатывал на жизнь, исполняя классическую фортепианную музыку в одном из ресторанов Мехико. Кроме того, Артуро — первоклассный шахматист и великолепный игрок в бридж; его превосходство здесь настолько бесспорно, что он почти никогда не удостоивал меня чести играть с ним ни в одну из этих игр. Артуро страстно любит Мехико, его архитектуру, его климат. Поколебать эту любовь мне не удалось, хотя я думаю, что в своей привязанности к городу он недооценивает ландшафт Новой Англии и жизнь на лоне природы вообще.

После Мексики Артуро с наибольшим восхищением относится к Франции, где он приобрел основные медицинские познания. Он мог бы и о Новой Англии сказать немало хорошего, но только не в разговоре с жителем этих мест; в нем есть что-то от Пака², поэтому он находит такое удовольствие в подшучивании над людьми.

¹Сеньор (исп.).

²Пак — эльф, сказочный дух-проказник.

Артуро — упорный труженик, он предъявляет самые суровые требования к добросовестности и трудолюбию тех, кто с ним работает; еще более суровые требования он предъявляет только к самому себе. Лично я считаю, что, занимаясь определенной исследовательской задачей, он каждый раз бывает слишком поглощен ожиданием именно того результата, который заранее предположил; поэтому, когда на самом деле результат получается иным, он проявляет ни с чем не сообразное беспокойство и тратит много лишних усилий.

Работа над клоническим тремором, на мой взгляд, продвигалась вполне успешно, но она ни в какой степени не отвечала жестким требованиям, которые Артуро предъявлял к экспериментальным исследованиям. Наша совместная статья на эту тему так никогда и не была опубликована, хотя я думаю, что многие из наших идей могли бы представлять определенный интерес.

Кроме изучения клонического тремора, мы провели некоторые исследования, касающиеся сердца как проводника ритмических сокращений. Позднее один из сотрудников Артуро проделал ту же работу с гораздо более высокой степенью совершенства.

Как только у меня выдавалась свободная минута, я навещал семью Балльяртов или кого-нибудь из университетских математиков. Мануэль и его жена Мария Луиза очень тепло встретили нас в Мексике. Они жили вместе с множеством братьев, снох, племянниц и племянников в огромном доме на Авенида Инсургентес, принадлежащем Маргэнам — родителям Марии Луизы. Недавно умерший отец Марии Луизы был врачом, некоторые сыновья пошли по его стопам, другие стали архитекторами, юристами.

Как и многие мексиканцы их круга, Мануэль и Мария Луиза были связаны с преданиями о Максимилиане¹. Брат прадеда Марии Луизы лейтенант Маргэн командовал отделением, которое расстреляло Максимилиана и его двух генералов Мехию и Монтемара под Кейрейтаро. А одна из двоюродных прабабок Марии Луизы была фрейлиной Шарлотты². Какой-то предок Мануэля был губернатором провинции и одним из влиятельных политиков, поддерживающих противника и победителя Максимилиана — индейца Бенито Хуареса, ставшего впоследствии президентом Мексики. Из-за всего этого от поездки в Мексику у меня осталось ощущение, что я сам погрузился в бурную и увлекательную историю этой страны.

¹ Фердинанд Максимилиан Жозеф (1832–1867) — австрийский эрцгерцог, волею Наполеона III ставший императором Мексики; расстрелян мексиканскими повстанцами.

² Жены Максимилиана.

Среди мексиканских ученых у меня был еще один друг — Наполес Гандара, профессор математики университета в Мехико, пригласивший меня прочесть у них курс лекций. В свое время он приезжал в МТИ и занимался вместе с Дирком Стройком. Главная заслуга Наполеса Гандары заключается не столько в его самостоятельных научных исследованиях, сколько в том, что он в течение многих лет самоотверженно боролся за развитие математического образования в Мексике. В его жилах течет в основном (если не целиком) индейская кровь, и Гандара в полной мере обладает той скрытой решимостью и неизменной преданностью одной цели, которой отличались его индейские предки.

Вообще, мексиканцы индейского и испанского происхождения во многом непохожи друг на друга. Тот романтический *élan*¹, который у нас обычно ассоциируется с представлением о южных народах, идет скорее от испанцев, чем от индейцев. Но зато там, где нужны упорство, преданность и добросовестность, индейцы остаются непревзойденными. Так каждая раса вносит свою лепту в удовлетворение нужд страны. Замечательно, что в Мексике индейцы в полной мере участвуют в жизни государства и искренне содействуют созданию нового среднего класса, который опирается на триединство испанцы — индейцы — иностранцы.

Среди моих мексиканских друзей были представители всех трех групп, и меня особенно радовало, что этот новый столь разнородный по своему происхождению средний класс состоит из людей, отличающихся сердечно-стью, дружелюбием и организованностью.

Благодаря моему другу астроному Эрро я познакомился с министром просвещения Торресом Боде, так много сделавшим для насаждения в Мексике грамотности. Я думал, что когда в латинской стране глава государственной обсерватории представляет иностранного ученого министру просвещения, просто невозможно обойтись без сюртуков, полосатых брюк и целой кучи формальностей. На самом же деле Эрро явился в бриджах для верховой езды и в бело-голубом свитере. В Мексике прекрасно уживаются испанская и латино-американская церемонность с простотой и непринужденностью, принятыми в Соединенных Штатах.

Я встречался со многими медиками, математиками, физиками, астрономами и всюду видел, как энергично строится новая научная жизнь. Мексиканцы хорошо понимают, какое расстояние им нужно пройти, чтобы достигнуть уровня стран, обладающих более давней научной культурой, но

¹Порыв (франц.).

они полны решимости взять реванш за свой поздний приход в науку, и ценность их работ повышается из года в год. Пока же дружелюбие, сердечная теплота и сознательная преданность, с которой они относятся к тем, кто им помогает, придают мексиканцам какое-то особое очарование; наверное, поэтому я никогда не буду считать Мексику совершенно чужой мне страной.

Из своих друзей-медиков я хотел бы прежде всего рассказать о д-ре Гарсии Рамосе, потому что он — живое воплощение новой Мексики. Гарсия Рамос родился в Кейрейтаро в семье, жившей на очень скромные средства; в его жилах течет главным образом кровь индейцев племени отоми. Мальчишкой он вступил в армию. Каждый раз, когда успешно выдержанные экзамены или природные способности могли как-то повлиять на продвижение по службе, он оказывался в первом ряду. Его направили в военномедицинскую школу, которую он окончил, заметно выделяясь среди своих товарищей. Артуро взял его к себе в ассистенты.

Сейчас Гарсия Рамос — известный физиолог и работает совершенно самостоятельно; в свое время он получил стипендию Гуггенхейма, позволившую ему пройти курс обучения в Соединенных Штатах. Когда я впервые с ним познакомился, он был майором, потом он дослужился до полковника. Сейчас Гарсия Рамос оставил военную службу и возглавляет Лабораторию питания в Мехико. Для генерала, который не считает армейские дела своей первой заботой, нет будущего, а Гарсию Рамоса исследовательская работа в области медицины интересует несравненно больше, чем армия. Именно поэтому армии больше нечего ему предложить.

Среди мексиканских математиков очень сильно чувствовалось влияние покойного профессора Гарвардского университета Дж. Д. Биркгофа. Незадолго до своей смерти Биркгоф предложил новое толкование некоторых явлений, обычное объяснение которых занимает центральное место в общей теории относительности Эйнштейна. Теория Биркгофа отличается от теории относительности, но также приводит к изгибанию световых лучей под действием притяжения Солнца, к аномальному поведению орбиты Меркурия, хорошо известному из наблюдений, и к «покраснению» света, приходящего из отдаленных частей вселенной, т. е. к смещению спектра этого света в область более длинных волн. В то время, когда Биркгоф занимался этими вопросами, в Кембридже под его руководством работало несколько мексиканских студентов, которые теперь воспитывают своих собственных студентов в духе идей Биркгофа. Так случилось, что теория Биркгофа стала любимой областью молодой мексиканской математической школы, представители которой издают на эту тему одну статью за другой. После смерти

Биркгофа в 1942 году мексиканские ученые считали почетным долгом в память о своем учителе содействовать развитию созданной им теории.

Если бы даже я начал подряд перечислять здесь всех своих мексиканских друзей, мне все равно удалось бы упомянуть лишь небольшую часть знакомых имен, но одного человека я все-таки должен назвать, и притом совсем особо. Я говорю сейчас об Ольбере, о нашем высоком, худом до измождения слугителе из пеонов, обладающем особой врожденной культурой, которая часто встречается у людей в тех слоях мексиканского общества, где обычно не знают грамоты. Культура Ольберы проявлялась прежде всего в правильной и изящной испанской речи, которой он очень гордился. Ольбера, конечно, был грамотным. Он полностью использовал положение служащего научного института и пополнил свое образование в самых различных направлениях. Вместе с несколькими молодыми докторами наук и стенографами Ольбера посещал занятия английского языка, которыми руководила м-с Розенблют. Он оказался, бесспорно, одним из самых успевающих ее учеников. Сейчас Ольбера говорит по-английски с той же изысканностью, которая отличает его испанскую речь; рассказывают, что однажды он сказал двум американским юношам, которые слишком разошлись в Лаборатории: «Джентельмены, ваше поведение недостойно посланцев мировой науки». Выбор слов, которыми Ольбера пользовался, говоря по-испански и по-английски, настолько безупречен, что когда я или Артуро, работая над статьей, сталкивались с какими-нибудь фразеологическими трудностями, мы спрашивали себя: «А как бы сказал об этом Ольбера?»

Ольбера был до такой степени предан Лаборатории и Артуро, что иногда это становилось даже обременительным. Как всякий подвижный человек, Артуро, естественно, предпочитал сам забежать в парикмахерскую или подойти к чистильщику сапог, но нет — Ольбера не мог этого допустить. Когда Ольбера решал, что внешность хозяина нуждается в обновлении, парикмахер и чистильщик приходили в контору, и смущенный Артуро усаживался в кресло за закрытыми дверьми, чтобы скрыть от свидетелей свое унижение.

Особенную гордость сотрудников Артуро составляют две фрески, иллюстрирующие историю медицины сердца, которые нарисовал на стенах великолепного современного здания их института Диего Ривера¹. Не отказываясь от присущей ему цветистости, Ривера обнаружил в них подлинную

¹Ривера Диего (1886–1957) — замечательный мексиканский художник, являющийся вместе с Ороско и Сикейросом основателем современной мексиканской живописи.

глубину и настоящую эрудицию. Все детали медицинских приборов изображены совершенно правильно. Независимо от совпадения или несовпадения с принятыми образцами они все могли бы действовать. Чтобы достигнуть такой точности, Ривере пришлось множество раз советоваться с Артуро.

Однако художественные достоинства фресок Риверы выходят далеко за пределы точности изображения технических деталей. Одна из них, относящаяся к ранней истории кардиологии, выдержана в красном тоне, как бы созданном отсветом горящего костра, на котором сжигают Сервета¹. Надо помнить, что Сервет был не только человеком, которого Джон Кальвин считал еретиком, но еще одним из ученых, открывших циркуляцию крови. Ривера, конечно, с наслаждением показал, что сожжение еретиков — преступление, в котором одинаково повинны и протестанты и католики.

Другая фреска — в основном в голубом свете, испускаемом, как кажется, рентгеновской трубкой и другими электрическими приборами, которыми располагает современный кардиолог. Во всех картинах тщательно выписаны не только фигуры ученых, внесших свой вклад в развитие кардиологии, но и отчетливо показан их национальный тип. Многие лица и целые группы сделаны с тонким пониманием и настоящей взволнованностью; особенно поражает деталь, на которой изображен чахоточный Лазннек², выслушивающий с помощью стетоскопа потерявшего надежду умирающего больного. Поза врача кажется живым откликом на изгибы тела пациента с характерной гиппократовой маской на лице³.

Настало время, когда мне нужно было ехать на математический съезд в Гвадалахару. Не могу сказать, что на этом съезде я узнал какую-нибудь потрясающую новость или что-нибудь страшно волнующее в области математики, тем не менее это была искренняя попытка страны, совсем недавно вступившей на математическое поприще, провести работу на высоком уровне. Съезд и город, в котором он происходил, произвели на меня одинаково приятное впечатление.

На съезд приехало много американцев и по приглашению хозяев, и по собственной инициативе. В числе приглашенных был профессор Мурнаган из университета Джона Хопкинса, которому пришлось столкнуться с довольно обычными трудностями, связанными с необходимостью приспособ-

¹Сервет Мигель (1509 или 1511–1533) — испанский врач и философ, давший первое описание малого круга кровообращения.

²Лазннек Рене Теофил Гиацинт (1781–1826) — французский врач, изобретатель стетоскопа.

³Специфическое изменение лица, которое наблюдается у умирающих и тяжелобольных, впервые описано знаменитым древнегреческим врачом Гиппократом.

биться к особенностям кухни этой страны. Однажды утром чета Розенблютов рано спустилась вниз, и Розенблют, не обращаясь ни к кому персонально, сказал по-английски: «Я чувствую себя великолепно, точка!». Я ответил: «Мурнаган чувствует себя отвратительно, двоеточие».

Мы совершили много экскурсий по Гвадалахаре и окрестностям. Особенное удовольствие доставили мне искренние и мужественные картины Ороско.

Во дворце губернатора была большая картина Ороско, на которой в могучих и жестоких символических образах изображалась борьба между фашизмом и коммунизмом. Но самую интересную коллекцию его картин мы видели в Хосписио. Это общественный сиротский дом, который показался мне гораздо более человечным и менее казенным, чем большинство обычных школ-пансионатов. У детей, живших в Хосписио, было много игрушек, они не носили формы и в своей обычной одежде играли во дворах, где росли купы тенистых деревьев. В приюте было два школьных оркестра: один для старших, другой для младших детей. Дирижером и преподавателем музыки был пожилой индеец с бесстрастным лицом того типа, который всем хорошо знаком по портретам Хуареса; ему удалось достигнуть замечательных результатов на вполне профессиональном уровне.

Ороско украсил церковь этого приюта, и хотя его картины написаны не в традиционном христианском духе, это, несомненно, чисто религиозная живопись, изображающая сцены из некоего нового апокалипсиса. Все картины выдержаны в тускло-красных и голубых тонах Эль Греко. Однако самая сильная сторона этих картин не цвет, а рисунок, выполненный в сугубо модернистской манере. На одной из них изображено колесо, сокрушающее стены города ацтеков. Ороско хотел показать, как колесо западной цивилизации, которую ацтеки никогда не знали, уничтожает исконную культуру. Другие панно написаны на тему завоевания: на них нарисованы испанские солдаты с мечами и монахи в рясах. Неф этой огромной церкви, построенной несколько веков тому назад и украшенной фресками Ороско, производил впечатление мрачной красоты и силы, и чувствовалось, что при всей своей суровости это зрелище, несомненно, помогает развивать у детей чувство прекрасного.

Участники съезда присутствовали на танцевальном вечере, устроенном школьными преподавателями Гвадалахары, мужчинами и женщинами. В этом вечере не было ничего специфически учительского. Все представление проходило настолько живо и искренне, что вызвало всеобщее восхищение.

Вернувшись в Соединенные Штаты, я обнаружил, что работы, которыми мы занимались с Артуро, и вообще все связанное с применением современного математического аппарата к изучению нервной системы как линии связи вызывает живой интерес. Одному моему товарищу удалось убедить Фонд Мейси в Нью-Йорке организовать серию совещаний, посвященных этому вопросу. Совещания проводились в течение нескольких лет. В них принимала участие целая группа психиатров, социологов, антропологов и ученых смежных областей, которые вместе с нейрофизиологами, математиками, специалистами по теории связи и конструкторами счетных машин пытались понять, не могут ли они найти общую теоретическую основу для своей работы.

Дискуссии проходили интересно, и, по существу, мы более или менее научились находить общий язык, но на пути к полному взаимопониманию встретились серьезные трудности. Они возникли из-за того, что, вообще говоря, не существует никакого другого языка, который обладал бы такой же точностью, как язык математики, а значительная часть словаря социальных наук приспособлена — что совершенно естественно — к выражению таких понятий, которые мы никак не можем обозначить с помощью математических терминов.

Вскоре я выяснил, как это уже случалось и раньше, что одна из основных обязанностей математика, приглашенного учеными, занимающимися менее точными науками, в качестве консультанта, состоит в том, чтобы убедить их не ждать слишком многого от математики. Они должны были постигнуть, что нет никакой научной заслуги (и есть очень большой научный порок) в том, чтобы употреблять трехзначное число, когда для соображений точности вполне достаточно однозначного. Поэтому, хотя мы были совершенно убеждены, что в задачах связи, возникают ли они в социологии, физиологии или технике — безразлично, вполне может существовать единая система мышления, в основном математикам, а не физиологам и социологам приходилось выливать ушаты холодной воды, чтобы предостеречь всех остальных от переоценки возможностей применения математики к изучению этих наук.

Артуро посетил несколько первых совещаний, организованных Фондом Мейси. Мы оба хотели сохранить прежний тесный контакт и найти базу, которая позволила бы продлить на несколько лет начатую нами работу. Нам удалось заинтересовать своим проектом МТИ и Государственный институт кардиологии, а кроме того, получить средства из Нью-Йорка от Фонда Рокфеллера. Здесь нам очень помог Уоррен Уивер, который к тому

времени расстался с обязанностями военного и вернулся к своей обычной работе; он относился с горячим энтузиазмом к возможностям, открывшимся в связи с моими исследованиями в области теории прогнозирования, и многого ожидал от нашей работы. Уивер представлял точные науки в правлении Фонда Рокфеллера. Д-р Роберт Морисон, представлявший группу биологических наук, тоже заинтересовался нашим предложением. Он был близким другом Артуро и участвовал когда-то в наших застольных беседах на медицинском факультете Гарвардского университета. Благодаря ему и Уиверу наш проект был одобрен.

МТИ, Институт кардиологии и Фонд Рокфеллера решили, что в течение пяти лет я буду проводить полгода в Мексике, а Артуро полгода в МТИ. Не считая небольших отклонений, мы выполнили эту программу; сейчас Артуро осталось провести еще полгода в Бостоне.

Помимо работы, связанной с проводимостью сердца и клоническим тремором, мы совместно занимались целой серией биологических исследований; кроме того, некоторыми биологическими вопросами я занимался самостоятельно. Большинство наших работ не дало никаких окончательных результатов, но до сих пор сохранило определенный интерес в качестве заготовок для будущего.

Одна из работ, сделанных мной вместе с Розенблютом, была связана с попыткой составить и решить дифференциальные уравнения для импульса, проходящего по нерву, и подсчитать таким образом мгновенное распределение возникающего при этом электрического заряда. Исходя из этих данных, мы хотели разобраться в так называемой теории нервного спайка¹. Этот внезапный подъем и внезапный спад потенциала при прохождении нервного импульса распадается, как мне кажется, на три отдельных, следующих друг за другом явления.

Еще одно исследование, которое мы осуществили вместе с Артуро, касалось статистической теории прохождения импульсов через синапс, т. е. через точку, где входящие нервные волокна соединяются с волокнами, передающими возбуждение дальше по нервной системе. Эта работа была сделана во время одного из приездов д-ра Розенблота в Кембридж.

Два других исследования были предприняты в сотрудничестве с работниками Лаборатории электроники МТИ, в частности с д-ром Джеромом Уиснером. Первое из этих исследований, основная идея которого принадлежит Уиснеру, представляет собой попытку проанализировать звуки с помо-

¹Спайк — кратковременный (порядка миллисекунды) электрический импульс, сопровождающий распространение возбуждения по нервному волокну.

щью прибора так, чтобы модель звуков передавалась коже как ряд локальных надавливаний или вибраций. Мы добились обнадеживающих результатов, но так окончательно и не решили, каким именно должен быть прибор, который глухие могли бы использовать как один из способов восприятия звука через прикосновение.

Во всех этих исследованиях частично проявился мой общий интерес к философии протезирования. Я убежден, что с помощью создания искусственных органов можно достигнуть хороших результатов, если только отдавать себе отчет в том, что потеря ампутированного — это потеря столь же нервного, как и двигательного характера и что недостающая ему часть информации, доступная всем нормальным людям, ставит его в условия, которые сравнимы скорее с атаксией, чем с параличом, ибо атаксия — заболевание, состоящее в потере побудительных импульсов, — не отнимает у человека в принципе возможности двигаться, но мешает ему двигаться целенаправленно, лишая его способности осознавать свои движения.

К этой концепции тесно примыкает идея создания более совершенного железного легкого для паралитиков. Существующее железное легкое спасло множество жизней, но оно ставит пациента в зависимость от жесткого режима дыхания, не подвластного его контролю, который приводит к тому, что он отвыкает от нормального процесса дыхания. Мне кажется, что существует реальная возможность получать электрические сигналы от тех дыхательных мускулов, которые еще не окончательно атрофировались, и усиливать их так, чтобы пациент испытывал удовлетворение от управления своим железным легким и одновременно упражнял сохранившиеся дыхательные мускулы. Эту работу можно проделать, только объединив усилия физиологов, врачей и инженеров, так как только такая группа была бы в состоянии осуществить все необходимые исследования.

Из всего того, что я сделал в физиологии, наиболее значительным мне представляется приложение к изучению мозговых волн статистической теории, известной как теория временных рядов.

Выполненные мной во время войны работы по фильтрации и прогнозированию временных рядов представляли собой непосредственное продолжение моих ранних работ по теории броуновского движения и изучению беспорядочных колебаний во времени при помощи аппарата обобщенного гармонического анализа. В течение ряда лет я старался использовать этот аппарат во всех областях, которые казались мне подходящими. С самого начала моих занятий мозговыми волнами и даже раньше, еще тогда, когда я познакомился с первыми специалистами в области электроэнцефа-

лографии на семинаре, который Артуро вел на медицинском факультете Гарвардского университета, мне показалось, что я мог бы кое-что сделать в этой области; с тех пор я не переставал надоедать моим товарищам нейробиологам просьбой обдумать эти методы без предубеждения и, если можно, проверить их на экспериментальных данных.

На заре работы с мозговыми волнами предполагалось, что пульсирующие электротоки в мозге, наблюдаемые непосредственно через черепную коробку, могут пролить свет на физиологию мозга и на связанные с ней мыслительные процессы. Изучение мозговых волн и в самом деле помогло лечению эпилепсии, однако великие надежды тридцатых годов в полной мере так и не оправдались. Причина этого заключается в том, что наблюдаемые нами мозговые волны представляют собой смесь целого ряда процессов, так же как, например, те беспорядочные электрические колебания, которые можно было бы наблюдать вблизи цифровой вычислительной машины или сложного устройства автоматического регулирования. Мозговые волны говорят на своем особом языке, и чтобы понять его, отнюдь не достаточно взглянуть невооруженным глазом на ленту электроэнцефалографа. Запись электроэнцефалографа содержит большую информацию, но использовать ее можно ровно настолько, насколько можно было использовать информацию, содержащуюся в древнеегипетских записях до открытия розетского камня¹, давшего ключ к расшифровке египетских иероглифов.

В последние годы я входил в группу ученых, работавших в различных лабораториях МТИ и в Главной массачусетской больнице, пытавшихся с помощью гармонического анализа найти «розетский камень» для мозговых волн. Замечательный американский физик-экспериментатор Майкельсон наглядно показал, каких поразительных успехов можно добиться с помощью такого подхода.

Майкельсон изобрел замечательный прибор, называемый интерферометром, который является самым точным из всех существующих приборов для изучения спектра света; с его помощью он сумел выполнить даже такое, казалось бы, неосуществимое измерение, как измерение углового диаметра неподвижных звезд (т. е. угла между лучами, приходящими от двух противоположных точек диска звезды). Принцип устройства этого прибора и был положен в основу конструкции прибора, предназначенного для изучения мозговых волн и других пульсирующих явлений того же рода. Этот но-

¹ Розетский камень — кусок черного базальта с параллельными надписями на египетском и греческом языках, найденный в устье Нила в 1799 г. и позволивший французскому ученому Шамполиону впервые расшифровать египетские иероглифы.

вый прибор мы назвали автокоррелятором. С помощью сотрудников МТИ, и в частности Ли, конструкцию автокоррелятора удалось довести до высокой степени совершенства.

После того как первоначальные совершенно невразумительные записи мозговых волн преобразуются автокоррелятором, мы получаем замечательную по ясности и простоте картину, совершенно непохожую на ту бессмысленную путаницу, которая закладывалась в машину. Наша работа в этой области еще только начинается, но мы горячо надеемся, что нас ждет замечательное будущее, и мы не удивились бы, если бы честолюбивые замыслы первых специалистов в области электроэнцефалографии, работавших тридцать лет тому назад и мечтавших о совершенно отчетливых электроэнцефалографических записях, начали бы сейчас осуществляться.

Между интерферометром и автокоррелятором существует глубокая аналогия, и изучение ранних работ Майкельсона позволило нам овладеть языком, на котором записываются данные, получаемые с помощью автокоррелятора.

Фактически я занимался исследованием мозговых волн главным образом в течение последних трех лет после прекращения поездок в Мексику, но по существу я всегда чувствовал, что эта работа является лишь завершением исследований, начатых мной вместе с Артуро.

Изучение автокорреляционных свойств мозговых волн — не единственная точка соприкосновения моих математических интересов с физиологическими интересами Розенблота. Давно обнаруженные нами аналогии между обратными связями в машине и в человеческом организме дополнялись снова и снова поразительными новыми аналогиями, которые мы продолжали находить между нервной системой, с одной стороны, и системами автоматического регулирования и вычислительными машинами — с другой.

С самого начала я был поражен сходством между принципами действия нервной системы и цифровых вычислительных устройств. Я не собираюсь утверждать, что эта аналогия является полной и что мы исчерпаем все свойства нервной системы, уподобив ее цифровым вычислительным устройствам. Я хотел бы только подчеркнуть, что в некоторых отношениях поведение нервной системы очень близко к тому, что мы наблюдаем в вычислительных устройствах.

Нервная система, очевидно, представляет собой сложную сеть элементов, которые передают импульсы. Сущность этого процесса заключается в следующем: если импульс обладает достаточной силой, чтобы пройти от одного конца нервного волокна до другого, то его воздействие на дальний

конец не зависит от его силы при условии, что он вообще доходит до конца. Таким образом, фактически по нервным волокнам происходит передача многочисленных «да» и «нет». Достигая конца нервного волокна, данный импульс вместе с остальными импульсами, достигшими этой точки, определяет, будет ли распространяться разряд по следующему нервному волокну. Другими словами, нервная система представляет собой логическую машину, в которой последующее решение принимается на основе учета ряда предыдущих. В основном именно так и происходят операции с различными элементами в вычислительной машине. Кроме этого основного сходства, существуют дополнительные совпадения, касающиеся таких явлений, как память, обучение и т. п.

Еще одна проблема из области медицины привлекла мое внимание в последние годы. Уолтер Кэннон, возвращаясь к теориям Клода Бернара¹, особенно настаивал на том, что здоровье и само существование живого организма зависят от так называемых гомеостатических процессов, т. е. процессов, помогающих поддержанию постоянства температуры, кровяного давления и многих других факторов, благодаря которым внутренняя среда достигает необходимой для жизни степени устойчивости. Это значит, что видимое равновесие жизни является активным равновесием, т. е. каждое отклонение от нормы вызывает противоположную реакцию того вида, который мы называем отрицательной обратной связью.

Таким образом, если организм функционирует неправильно, должны иметь место такие случаи, когда неправильность вызывается нарушением процесса обратных связей и когда математическое описание характера нарушения указывает на характер обратной связи и на природу нарушения. Вместе со своим товарищем Полем Ганом я применил этот подход к обсуждению истории лейкемии; мы получили серьезные доказательства того, что чрезмерный рост белых кровяных шариков связан с гомеостатическим процессом регулирования создания и разрушения кровяных клеток, который при этом заболевании не прекращается полностью, но осуществляется не на должном уровне. Я полагаю, что эта концепция нарушения гомеостатических процессов может оказаться полезной во многих областях медицины.

Раньше в медицине в значительной степени преобладала тенденция мыслить в терминах локализации. Особенно ярко эта тенденция проявилась во всех вопросах, касающихся мозга; были открыты и постулированы определенные функции почти для каждого участка головного мозга или по-

¹Бернар Клод (1813–1878) — французский физиолог, один из величайших естествоиспытателей XIX в.

верхности больших полушарий. Однако тенденция перенесения основного удара на локализацию привела к подчинению общих вопросов организации локальным явлениям.

Мне кажется, что наши исследования системы управления дают лучшую возможность проникнуть в тайны механизма, который объединяет эти местные явления в общий процесс, охватывающий весь мозг или, в сущности, все человеческое тело. Наличие этих общих процессов в здоровом организме должно быть совершенно очевидно, так как при патологических условиях они могут нарушаться вне зависимости от нарушений, затрагивающих отдельные органы. Существуют заболевания вроде лейкемии, при которых определенные процессы — образование белых кровяных шариков, например, — протекают, очевидно, беспорядочно. Однако даже при таких нарушениях жизнедеятельности имеются убедительные доказательства того, что нарушение заключается не столько в отсутствии внутреннего контроля за образованием и разрушением белых кровяных шариков, сколько в том, что этот контроль осуществляется в недостаточной степени.

Большинство научных работ, которые мы сделали вместе с Артуро во время моих многочисленных визитов в Мексику и его визитов в Соединенные Штаты, уже появилось в специальных журналах. За мной остается долг подробно рассказать о своих более поздних поездках. Я и Маргарет надеемся, что нам предстоит еще не раз побывать в Мексике — в связи с моей работой или просто ради того, чтобы насладиться жизнью в этой стране, которая оказала нам такое сердечное гостеприимство.

УЧЕНЫЕ ПЕРЕД ЛИЦОМ МОРАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ. АТОМНАЯ БОМБА. 1942—

Как-то раз во время второй мировой войны меня попросили приехать в Вашингтон, чтобы повидаться с Вениваром Бушем. Буш сказал, что со мной хочет встретиться Гарольд Юри из Колумбийского университета, интересующийся проблемой диффузии в связи с разделением изотопов урана. Мы тогда уже знали, что изотопы урана, очевидно, играют важную роль в образовании новых элементов, а быть может, и в создании атомной бомбы, — это следовало из результатов исследований, проводившихся еще до начала войны за пределами Соединенных Штатов.

Я поехал в Нью-Йорк, и наша беседа состоялась, но я не обладал никакими специальными знаниями в этой области и не мог оказать Юри той помощи, в которой он нуждался. К тому же работа над теорией прогнозирования отнимала у меня почти все время. Я чувствовал, что пока идет война, мое настоящее место здесь. Я нашел круг прикладных вопросов, в которых мои математические идеи могли оказаться весьма полезными, и мне казалось, что эту работу вряд ли кто-нибудь другой сделает так же хорошо, как я.

Вот почему я не проявил особого энтузиазма по поводу предложения Юри, хотя никак не выразил и активного нежелания сотрудничать с ним. Может быть, кто-то решил, что я недостаточно благонадежен для этой работы, может быть, отсутствие энтузиазма само по себе было признано веской причиной, чтобы отказаться от моих услуг, во всяком случае, больше я ничего не слышал об этом деле. Работа, о которой говорил со мной Юри, входила в Манхэттенский проект — широкий круг исследований ставивших своей целью создание атомной бомбы.

Позднее некоторые из знакомых мне молодых людей приняли участие в Манхэттенском проекте. Они разговаривали со мной и вообще со всеми с удивительной свободой. Я, во всяком случае, легко понял, что их работа

состояла в том, чтобы решать длинные цепочки дифференциальных уравнений, с помощью которых они надеялись справиться с проблемой многократной диффузии. Задача разделения изотопов урана сводилась к осуществлению целого ряда последовательных процессов диффузии жидкостей, содержащих уран; на каждой стадии разделялось ничтожное количество двух изотопов, но в конце концов достигалось почти полное разделение. Без такой многократно повторяющейся диффузии невозможно отделить друг от друга два столь сходные по своим физическим и химическим свойствам вещества, как изотопы урана.

Я подозревал, тогда (и подозреваю до сих пор, хотя не знаю никаких подробностей), что единственным итогом большей части расчетов было выбрасывание на ветер изрядного количества денег. Мне, правда, говорили, что эффект, ради которого производились эти расчеты, был так ничтожно мал, что без соблюдения величайшей точности при вычислениях его вообще нельзя было обнаружить. Я, однако, не считал это объяснение убедительным, так как в тех случаях, когда последовательно применяется процесс, который на каждом этапе приводит к очень малым изменениям, наиболее удобной обычно оказывается замена системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих эти процессы, одним уравнением в частных производных. Иными словами, у меня были величайшие сомнения, не рассеявшиеся и поныне, в том, что при таком очень медленном и многократно повторяющемся процессе диффузии могут иметь какое-нибудь реальное значение явления, которые нельзя было бы объяснить, предполагая, что эта последовательность диффузии является не дискретной, а непрерывной.

Как бы то ни было, хотя я не имел никаких конкретных сведений о том, что скрывается за вывеской Манхэттенский проект, начиная с некоторого времени ни я, ни любой другой активно работающий ученый Америки не мог не знать, что подобный проект существует и интенсивно разрабатывается. Но даже тогда у нас не было ясного представления о том, что там делается. Мы боялись, что радиоактивные изотопы изготавливаются главным образом ради использования в качестве ядов. При этом, естественно, возникали серьезные опасения, что мы можем очутиться в положении людей, создавших такое оружие, которое по моральным и политическим соображениям не должно быть использовано — именно так обстояло дело с немцами, не использовавшими ядовитые газы при нападениях на города. Но даже те из нас, которые подозревали, что в Манхэттенском проекте работают над созданием нового взрывчатого вещества, все равно не могли себе представить разрушительных возможностей атомной бомбы и тех моральных проблем,

которые повлекло бы за собой ее использование. Что касается меня, то по крайней мере в одном я был уверен совершенно твердо — в том, что я счастлив, имея право чувствовать себя непричастным к ее созданию и будущему использованию.

В этом смысле моральные проблемы, связанные с войной, передо мной не вставали. Однако осенью 1944 года произошло несколько событий, которые оказали большое влияние на мою дальнейшую работу и на мой образ мыслей. Задумавшись над связью между быстродействующими вычислительными машинами и заводами-автоматами, я пришел к выводу, что, поскольку уже существуют вычислительные машины, основой работы которых является громадная быстрота выполнения отдельных операций и наличие программы, т. е. задание определенной последовательности операций, осуществляемое с помощью магнитной ленты или перфорационных карт, возникновение заводов-автоматов не за горами. У меня не было ни малейшей уверенности, что я не оказался в таком положении, когда мой первый моральный долг состоит в том, чтобы предать гласности материалы, которые могут оказаться опасными для общества.

Создание заводов-автоматов неизбежно должно было бы привести к новым социальным проблемам, связанным с занятостью рабочих, и я не знал, буду ли я в состоянии ответить на все вопросы, которые могут при этом возникнуть. Как только эти заводы вступят в строй, появится необходимость в широком перераспределении рабочей силы на различных производственных уровнях. С одной стороны, заводы-автоматы грозят полностью заменить машинами тех людей, которые используются сейчас как механические приспособления, или как второсортные переключающие или решающие устройства. А с другой стороны, они создают новые потребности в высококвалифицированных профессиональных работниках, которые могли бы так организовать поток операций, чтобы он наилучшим образом соответствовал выполнению каждой отдельной задачи.

Заводы-автоматы требуют создания аварийных команд и команд надзора, состоящих из людей особенно высокой квалификации. Если бы эти изменения в спросе на рабочую силу произошли неожиданно и застали нас неподготовленными, мы попали бы в самую тяжелую полосу безработицы из всех, которые нам когда-либо приходилось переживать. Мне казалось, что этого бедствия вполне можно избежать, но только если мы всё заранее серьезно обдумаем, а не будем лениво ждать, когда разразится катастрофа. Немного ниже в этой же главе я расскажу, что я теперь думаю об этой проблеме.

Но именно поэтому, когда один из ученых захотел получить сведения о моей последней работе, я ответил, что не убежден в целесообразности разговора на эту тему и тем более в том, чтобы он стал достоянием широкой гласности. Я колебался тем сильнее, что эти сведения нужны были ему для каких-то военных целей, а я вовсе не был уверен, что хочу принимать участие в использовании своих новых идей для создания управляемых снарядов и тому подобных вещей.

Я показал письмо, написанное по этому поводу одному товарищу, который, оказалось, обладал журналистской жилкой. Он сейчас же предложил послать его в «Атлантик мансли» (*Atlantic Monthly*)¹ в качестве основы для статьи, которую потом можно будет подготовить более тщательно. Я согласился и отослал свои заметки. Если бы я хорошенько подумал о том, что тем самым подвергаю себя серьезным моральным испытаниям, в то время как мой друг абсолютно ничем не рискует, я, возможно, поколебался бы, хотя думаю, что почти наверняка отбросил бы все сомнения, сочтя их трусостью. Последствия моего поступка скоро дали о себе знать.

Приблизительно в это же время я согласился принять участие в двух конференциях: первую из них — конференцию по прикладной математике — созывал Принстонский университет в связи с двухсотлетней годовщиной со дня своего основания; вторую конференцию — по автоматическим быстройдействующим вычислительным машинам — организовывал Эйкен из Гарвардского университета. Для этой второй конференции, созываемой при совместном участии Гарвардского университета и Министерства морского флота, я согласился представить доклад. На Принстонской конференции я рассказывал о своей работе по теории прогнозирования. Я знал, что в моем сообщении содержатся материалы, которые в конечном счете могут быть использованы для военных целей, но я надеялся, что абстрактность изложения и свойственная большинству моих коллег инертность помешают немедленно и бесконтрольно воспользоваться ими для нужд войны.

Однако меня попытались принудить силой. Один из моих товарищей, преподававший раньше в МТИ, а потом вернувшийся в свой родной Калифорнийский университет отчасти в силу ранее сложившихся связей, отчасти из-за климата, предложил мою кандидатуру в качестве главы, или по крайней мере консультанта, военной или полувойенной лаборатории вычислительной математики, которую собирались организовать в Калифорнии. Он не поговорил об этом со мной заранее, так как был уверен, что я без колебаний приму приглашение приехать в Калифорнию.

¹Ежемесячный журнал, выходящий в г. Бостон (США).

Как я уже сказал, предполагалось, что проектируемая лаборатория будет полувоенным учреждением. Формально она должна была подчиняться Бюро стандартов, но было совершенно ясно, что все результаты, если только удастся получить что-нибудь интересное, на долгие годы будут похоронены в дебрях военного ведомства. Мой знакомый не только пытался заставить меня работать ради цели, которая внушала мне отвращение, но еще и работать в условиях секретности, с правом полиции осведомляться о моих убеждениях и с ограниченной административной властью. Дай я свое согласие, мне пришлось бы придерживаться такой линии поведения, которой я не выдержал бы и несколько месяцев. Получив приглашение в Калифорнию, я еще раз просмотрел свое письмо в «Атлантик мансли» и понял, что должен немедленно отказаться. Возможно, что я бы при всех условиях сказал «нет», так как не мог представить себя в роли администратора.

Развязавшись со всеми этими делами, я вспомнил о военной конференции в Гарварде, на которой я обещал выступить. До открытия конференции оставалось около двух недель, и я считал, что у меня достаточно времени, чтобы изменить свои позиции. Я пришел к Эйкену и попытался объяснить ему, что произошло. Я сказал, в частности, что калифорнийское предложение заставило меня встать на определенную точку зрения в вопросе о военной работе и что я не могу относиться с симпатией к одним военным организациям и отвергать другие. Высказав эти соображения, я просил его освободить меня от обещания сделать доклад.

Из слов Эйкена я понял, что еще не поздно снять мое имя с повестки дня. Однако когда конференция открылась, я увидел, что он просто распорядился зачеркнуть мою фамилию в программе, отпечатанной для участников конференции и для прессы.

Это вызвало ряд осложнений, которые доставили мне много неприятностей. Еще больше неприятностей причинили они Эйкену. Корреспонденты попросили меня разъяснить, связано ли вычеркивание моего имени с письмом, которое появилось в «Атлантик мансли». Я ответил утвердительно и попытался объяснить, под давлением каких обстоятельств было принято это решение. Я взял всю ответственность на себя, но сказал, что действовал с согласия Эйкена и решился на этот шаг отнюдь не из чувства досады или враждебности к нему лично.

После этого газетчики, естественно, отправились к Эйкену. Он, не задумываясь, сказал, что я был вовлечен в сложную интригу с целью дискредитировать его и устроить на конференции публичный скандал. Как я уже говорил, на самом деле я с самого начала с ним советовался, понимая, что

в этом деле нельзя допускать огласки. И огласки можно было избежать, если бы Эйкен не привлек внимания к моему неучастию в конференции тем, что вычеркнул из повестки мое имя.

Но все эти тревожления оказались сущими пустяками по сравнению с тем, что началось после бомбардировки Хиросимы. Сообщение об этом событии страшно напугало меня, хотя и не очень удивило. Я знал, что Манхэттенский проект подготавливает новое оружие, которое может быть использовано в военных целях. Правда, честно говоря, у меня все время теплилась надежда, что в последнюю минуту в атомной бомбе что-нибудь не сработает; я надеялся на это, так как немало раздумывал о последствиях создания сверхмощной бомбы и о том, что начиная с этого момента все человечество будет жить под страхом полного уничтожения.

Конечно, я был рад, что война с Японией кончилась без тяжелых потерь, которые были бы неизбежны при фронтальном наступлении на главные японские острова. Но даже эта радостная новость ни в какой мере не могла подавить возникшее у меня чувство глубокого беспокойства. Я прекрасно знал о тенденции (процветающей отнюдь не только в Америке, но проявляющейся у нас особенно сильно) относиться к войне как к захватывающему футбольному матчу, в котором в определенный момент выясняется окончательный счет, показывающий, кончилась ли игра победой или поражением. Я знал, что склонность делить историю на отдельные, не связанные между собой периоды очень сильна в армии и во флоте.

Лично мне такой взгляд на историю как на совокупность разрозненных эпизодов всегда представлялся глубоко искусственным. Во взрыве атомной бомбы самым важным, по-моему, было не то, что это помогло нам закончить войну с Японией без чрезмерных жертв с нашей стороны, а то, что теперь мы оказались лицом к лицу с новым миром и новыми возможностями, которые больше никогда уже нельзя будет не принимать в расчет. Мне казалось, что самая существенная особенность войн прошлого состоит в том, что при всей их значительности и при всех губительных последствиях для тех, кто в них участвовал, они имели более или менее местное значение. Одна страна или одна цивилизация могли погибнуть, но злокачественный процесс разрушения носил все-таки локальный характер — новые расы и новые народы могли поднять факел, оброненный их предшественниками.

Я не склонен недооценивать воли к разрушению, игравшей такую же существенную роль в войнах с каменным топором, с луком и стрелами, как и в войнах с мушкетами и с пулеметами. Но нельзя не заметить, что в войнах предыдущего периода возможности разрушения и воля к разрушению

никогда не были соразмерны. Поэтому, хотя я сознаю, что если убитым и раненым безразлично, пострадали ли они от артиллерийского обстрела, от воздушной бомбардировки бомбами обычного типа или от атомной бомбы, для всего человечества в этом, как мне кажется, есть большая практическая разница.

До сих пор ни одна большая война, включая и вторую мировую войну, не была возможна без длительных концентрированных усилий борющихся народов, и следовательно, ни одна такая война не могла происходить без реального участия огромного количества людей. Теперь же, при всей дороговизне новых средств массового уничтожения, затраты на одного убитого врага настолько незначительны, что на войну совсем не нужно расходовать подавляющую часть бюджета.

Впервые в истории ограниченная группа в несколько тысяч человек получила возможность угрожать полным уничтожением миллионам, не подвергая себя никакому исключительному риску.

Война перешла из стадии, когда она требовала громадного напряжения сил всей нации, в стадию, когда она может быть объявлена по воле незначительного меньшинства народа и осуществлена простым нажатием кнопки. Это утверждение будет правильным, даже если мы включим в военные усилия огромные по своему абсолютному значению, но относительно очень скромные суммы, которые были затрачены на ядерные исследования. Если же учесть, сколь ничтожны усилия, которые требуются от нескольких генералов и нескольких летчиков, чтобы доставить на место назначения готовую атомную бомбу, бесспорность нашего утверждения станет совершенно очевидной.

Таким образом, война, по крайней мере возможность ее возникновения, была переведена из области усилий всей нации в засекреченную область, которой правила горстка высокопоставленных лиц. Ввиду того, что самое значительное противостояние, которое могло вызвать войну, существовало между Соединенными Штатами и Советским Союзом, а также ввиду того, что происходящее в СССР всегда было покрыто строжайшей секретностью (в этом советское правительство не отличалось от нацистского), мы сделали шаг, который представлял собой наибольшую опасность прежде всего для нас самих.

Я не мог относиться с полной серьезностью к заявлениям некоторых великих администраторов от науки, которые утверждали, что ноу-хау, необходимое для создания атомной бомбы, есть чисто американская собственность и что наш возможный враг не сумеет завладеть этим секретом по

крайней мере еще несколько лет, в течение которых мы сможем создать новые, еще более разрушительные ноу-хау. Я был знаком не с одним из этих пап и кардиналов, ведающих приложениями науки, и хорошо знал, насколько они недооценивают любого иностранца, в особенности иностранца неевропейского происхождения. При моем широком круге знакомств среди ученых многих национальностей и многих рас я не мог согласиться с мнением, что способности к научной деятельности и нравственная дисциплина являются привилегией людей с белой кожей и английской речью.

Но это еще не все. В тот момент, когда, сбросив бомбу, мы тем самым объявили о том, что такая бомба у нас есть и что она обладает страшной разрушительной силой, в этот самый момент мы довели до сведения каждой страны, что дальнейшее существование и национальная независимость этой страны определяются тем, насколько быстро она сумеет завладеть таким же оружием. Это означало две вещи: во-первых, любая страна, которая была нашей соперницей или могла стать нашей соперницей, должна была ради сохранения своего существования активно развивать ядерные исследования, и притом заранее зная, что они могут дать нужные результаты, что само по себе является очень мощным стимулирующим фактором; во-вторых, любая такая страна неизбежно должна была стремиться завладеть нашими секретами.

Я не хочу этим сказать, что мы, американцы, в целях самозащиты не обязались бы объединить все свои усилия, чтобы противостоять подобным утечкам информации и такого рода шпионажу ради независимого существования своей нации; этим я хочу сказать, что нельзя было бы ожидать, что такие соображения законности и такие запросы, связанные с моральной ответственностью лояльных американских граждан, оказали бы минимальное влияние за пределами нашей страны. Если бы Россия и США поменялись ролями, то мы вынуждены были бы делать в точности то же, что делали русские, пытаясь раскрыть и усовершенствовать сталь жизненно важную тайну, которой обладала другая сторона. Более того, мы должны были бы считать национальным героем любого действовавшего в наших интересах человека, который сумел осуществить этот акт шпионажа, как это сделали Фукс или Розенберги.

В этой связи мне хотелось бы высказать свое мнение об общей проблеме секретности, рассматриваемой не с точки зрения морали, а с точки зрения практической пригодности этого средства для сохранения политических тайн в течение долгого времени. Уместно вспомнить, как относятся к секретности на фронте. В полевых условиях считается общезвестным,

что любой шифр можно раскрыть, если только в этом есть настоящая необходимость и дело стоит того, чтобы потратить на него достаточно времени; в армиях существуют шифры на час, на сутки, на неделю, может быть, даже на год, но никто не рассчитывает, что можно придумать «вечный шифр».

В обычных условиях мы не думаем о шпионаже, обмане и тому подобных вещах. Настоящему ученому, в частности, эти мысли чужды по самой его природе, ибо, по справедливому замечанию Эйнштейна, в качестве антагониста ученого выступает целый мир, который трудно понять и объяснить, но который не оказывает зловредного сопротивления его объяснениям. «Господь бог изощрен, но не злонамерен»¹.

Когда речь идет об обычных не слишком важных секретах, нет нужды жить в постоянном страхе, что кто-то их украдет. Но когда мы владеем тайной, представляющей такую огромную ценность и такую страшную опасность, как атомная бомба, было бы утопией предположить, что эта тайна никогда не будет раскрыта или на то, что доброжелательность, которая обыкновенно свойственна ученым, исключает существование одного или двух человек, которые следуя своему мнению или сопротивляясь моральному давлению, могут выдать наши секреты тем, кто представляет для нас опасность.

Если уж мы решились затеять игру с таким обоюдоострым оружием, как современная война, у нас не только нет шансов избежать ранения из-за случайной небрежности, но практически есть все основания предполагать, что другие народы пойдут по тому же пути и будут угрожать нам теми же несчастьями, которыми мы угрожаем им. Поэтому секретность жизненно необходима, но в качестве длительно действующей меры она абсолютно неосуществима. Считать столь ненадежное средство нашей главной защитой — просто утопия.

Существовали, кроме того, и другие причины, которые по более специальным соображениям заставляли меня скептически относиться к мудрости избранного нами политического курса. Атомная бомба действительно была сделана уже после выхода Германии из войны, поэтому Япония оказалась единственным полигоном, на котором можно было проверить ее смертоносное действие. Тем не менее в Японии и в других восточных странах наверняка нашлось немало людей, которые думали, что мы воспользовались этим устрашающим оружием только против Японии, так как не хотели

¹«Raffiniert ist der Herr Got, aber boshaft ist er nicht» (нем.) — знаменитые слова Эйнштейна, высеченные на каминной доске в Институте перспективных исследований в Принстоне.

употребить его против белых врагов. Мне и самому казалось, что в этом обвинении могла быть доля истины. В мире, в котором система европейского колониализма на Востоке быстро разрушалась, в котором каждая восточная страна имела достаточно оснований предполагать, что у некоторой части населения на Западе существует разная мораль для белых и цветных, — в таком мире Хиросима явилась настоящим динамитом для нашей будущей дипломатии (метафора, явно устаревшая в эпоху атомной бомбы). Но еще в десять раз хуже было то, что это был такой динамит, который вполне могла использовать Россия, наш самый главный потенциальный антагонист, если не самый главный реальный враг, причем русские сделали бы это без особых колебаний.

Совершенно очевидно, что нам удалось создать атомную бомбу только благодаря совместным усилиям группы крупнейших специалистов в теории ядра из самых различных стран, которые объединились потому, что нацистская Германия представляла реальную угрозу для всего мира. Я имею в виду таких людей, как Эйнштейн, Силард, Ферми и Нильс Бор. Если мы и могли рассчитывать на то, что нам удастся еще раз собрать со всех концов Земли ученых, готовых защищать нашу национальную политику, то только при условии, что мы сохраним тот же моральный престиж. Поэтому вдвойне неудачно, что атомная бомба была использована в такой ситуации, которая позволяла предположить, что мы не воспользовались бы этим оружием против белого населения.

Еще одно обстоятельство внушало многим из нас серьезные опасения. Хотя программа ядерных исследований не играла преобладающей роли в национальных военных усилиях, сама по себе она была крайне дорогостоящим мероприятием. Через руки людей, руководивших этими исследованиями, проходили миллиарды долларов; рано или поздно после окончания войны должен был наступить день, когда конгресс потребует точнейшего отчета и конкретных оправданий в столь непомерных расходах. При этих условиях положение людей высшей администрации, ведающей ядерными исследованиями, было гораздо более выгодным, если они могли на законном основании сделать вполне благовидное заявление, что эти исследования проводились ради великой цели прекратить войну. С другой стороны, если бы они пришли к финишу с пустыми руками — с бомбой, оставшейся на бумаге в виде некоей подготовки к будущим войнам, или даже с чисто символическим использованием бомбы, взорванной только для того, чтобы заявить о готовности действительно сбросить ее на Японию в случае, если война не прекратится, — их положение было бы во много раз хуже, так

как они подвергли бы себя серьезной опасности быть сброшенными новой администрацией, пришедшей к власти уже после войны и вполне заинтересованной в том, чтобы обвинить своих предшественников в присвоении государственных денег и в нерадивости.

Таким образом, можно полагать, что стремление использовать всю смертоносную мощь бомбы было продиктовано не только патриотическими чувствами, но и личной заинтересованностью людей, занимавшихся ее созданием. Может быть, мотивы такого рода неизбежны, но то обстоятельство, что они могут играть подобную роль и что из-за всякого рода личных соображений нас можно вынудить проводить политику, не отвечающую нашим национальным интересам, с самого начала заслуживает более основательных размышлений.

Создание атомной бомбы — блестящее техническое достижение, тут не может быть двух мнений. Но я, честно говоря, не вижу, чтобы оно сопровождалось такими же блестящими политическими успехами. Между экспериментальным взрывом в Лос-Аламосе и решением использовать атомную бомбу в военных целях прошло так мало времени, что никто не имел возможности как следует подумать. Сомнения ученых, знавших о смертоносном действии бомбы, больше других и лучше других представляющих себе разрушительную силу будущих бомб, попросту не были приняты во внимание, а предложение пригласить японские власти на испытание атомной бомбы, производившееся где-то в южной части Тихого океана, встретило категорический отказ.

За всем этим угадывалась рука человека-машины, стремления которого ограничены желанием видеть, что механизм пущен в ход. Больше того, сама идея войны, которую можно вести, нажимая кнопки, — страшное искушение для всех, кто верит в силу своей технической изобретательности и питает глубокое недоверие к человеку. Я встречал таких людей и хорошо знаю, что за моторчик стучит у них в груди. Война и нескладный мир, наступивший вслед за ней, вынесли их на поверхность, и во многих отношениях это было несчастьем для нас всех.

Примерно такие и многие другие мысли проносились у меня в голове в день Хиросимы. Творчески работающий ученый должен уметь в одиночестве принимать удары судьбы. Это один из источников его силы и в то же время тяжкая ноша. Мне хотелось бы — ох, как хотелось бы! — оказаться в положении, когда можно относиться к происходящему пассивно, искренне верить в мудрость вершителей политики и полностью отказаться от собственного мнения. Однако при существующем положении вещей

у меня нет никаких оснований предполагать, что эти граждане при всей своей осведомленности в конкретных деталях лучше меня разберутся в последствиях того, что произошло. Я знаю, что большинство высоких чиновников от науки не имели и десятой доли моих возможностей общения с учеными других стран и иных взглядов; именно поэтому они совершенно не в состоянии представить себе, какую реакцию мог вызвать в мире взрыв атомной бомбы. Кроме того, я знал, что у меня вошло в привычку относиться к истории науки и изобретений с более или менее философской точки зрения, и мне трудно было поверить, что те, кто принимал решение, могли это сделать лучше меня. Добросовестный ученый обязан задумываться над будущим и высказывать свои соображения, даже когда он обречен на роль Кассандры¹ и ему все равно никто не верит. У меня позади долгие годы одинокой работы в науке, где в конце концов я доказал свою правоту. Неспособность же доверять сильным мира сего никогда не приносила мне никакого особенного удовлетворения, но она все равно сидела во мне, и с этим я ничего не мог поделать.

Среди многих вопросов, которые меня волновали, одним из самых больных был вопрос о том, как сложится отношение общества к науке и к ученым после взрыва бомбы. Во имя войны — именно во имя этой цели, как думали многие из нас, — мы добровольно согласились соблюдать некоторую секретность и поступиться значительной долей своей свободы; воспользовавшись этим, нам навязали совершенно бессмысленную засекреченность, которая во многих случаях мешала прежде всего не вражеским агентам, а нам самим, препятствуя необходимым контактам ученых друг с другом. Мы надеялись, что такое непривычное самоограничение — временная мера, и ждали, что после этой войны, как и после всех предшествующих войн, возродится тот хорошо знакомый нам дух свободного общения внутри страны и между странами, который и составляет жизнь науки. На самом же деле вышло, что, помимо нашего желания, мы оказались стражами секретов, от которых, быть может, зависит наше национальное существование. У нас не было шансов на то, что в обозримом будущем мы снова сможем заниматься исследовательской работой как свободные люди. Те, кто во время войны получил чины и забрал над нами власть, не выражали ни малейшего желания поступиться полученными правами. Так как многие из нас знали секреты, которые, попав к врагам, могли быть использованы во вред нашему государству, мы, очевидно, были приговорены отныне и

¹Кассандра — обладающая даром провидения героиня «Илиады» Гомера, предсказаниям которой никто не верил.

овеки жить в атмосфере подозрительности, тем более, что не было никаких признаков ослабления полицейского надзора, установленного во время войны над нашими политическими взглядами.

Общество так же мало симпатизировало атомной бомбе, как и мы; многие быстро поняли, какую опасность она может представлять в будущем, и чувствовали себя в чем-то виноватыми. Когда появляется сознание вины, начинают искать козла отпущения. А можно ли было найти лучшего козла отпущения, чем ученые? Ведь это они сделали возможным создание бомбы. Человеку с улицы, мало что знающему об ученых и считающему их странной замкнутой кастой, нетрудно было обвинить ученых в стремлении стать хозяевами всеразрушающей силы, заключенной в атомной бомбе. Хотя ученые-труженики обладали ничтожной личной властью и очень мало о ней беспокоились, существовала большая группа административных толкачей от науки, которые были крайне чувствительны к тому, что у них есть теперь лишний козырь в борьбе за власть, и это обстоятельство делало обвинения человека с улицы одновременно и более обоснованными, и более опасными.

Во всяком случае, мне с самого начала было ясно, что отныне ученым придется сталкиваться с двойственным отношением к себе. Ибо современное общество в соответствии с традицией, возникшей еще в незапамятные времена, с одной стороны, относилось к нам, как к магам и волшебникам, а с другой, считало, что мы вполне достойны быть принесенными в жертву богам. Вместе с взрывом атомной бомбы возник страшный призрак охоты за ведьмами, мучивший нас следующие восемь лет, так что все нами пережитое было лишь воплощением предначертаний, запечатленных в страшном облаке, поднявшемся над Хиросимой.

Хотя я не принимал непосредственного участия в создании атомной бомбы, мне тоже пришлось поглубже заглянуть себе в душу. Я уже говорил, каким образом работа над приборами для прогноза и вычислительными машинами привела меня к основам кибернетики (как я позднее назвал эту науку) и к пониманию возможностей, которые таятся в заводах-автоматах. С точки зрения науки это событие не было, конечно, столь революционно, как создание атомной бомбы, но оно открывало огромные возможности причинить обществу зло или добро. Я попытался разобраться, в чем состоит мой долг, и решить, не следует ли мне воспользоваться правом иметь личные секреты — существует же в высших сферах право хранить государственные тайны — и скрыть свои идеи и свою работу.

Некоторое время я забавлял самого себя этим намерением, но потом пришел к заключению, что оно неосуществимо, так как мои идеи принад-

лежат скорее нашему времени, чем мне лично. Даже если бы я уничтожил каждое слово, которое могло дать представление о том, что я сделал, эти слова неизбежно появились бы снова в работах других и, может быть, в таком контексте, при котором их философский смысл и кроющаяся за ними социальная опасность оказались бы менее явными. Я уже не мог соскочить со спины необъезженной лошади, на которую взобрался, и мне не оставалось ничего другого кроме, как скакать вперед.

Я решил отказаться от политики величайшей секретности и перейти к политике самой широкой гласности, обратив внимание общества на все преимущества и опасности нового начинания. Сначала я подумал о профсоюзах; казалось, именно там должны были быть люди, естественным образом больше других заинтересованные в этом вопросе. Друзья направили меня к двум профсоюзным деятелям. Один из них, умный адвокат, пользовался очень незначительным влиянием среди членов профсоюзов, с которыми он был связан; другой занимал ответственный пост в профсоюзе печатников. В обоих случаях мне пришлось убедиться в справедливости того, что несколько лет назад утверждали мои английские друзья. Они говорили, что профсоюзные деятели, попавшие без пересадки с рабочего места на свои посты, настолько задавлены трудными и сложными техническими проблемами, связанными с должностью профсоюзного работника, что не в состоянии оценить ни одно предложение, выходящее за рамки сегодняшних проблем, даже если оно касается будущего их собственного объединения.

Профсоюзные руководители отнеслись ко мне очень доброжелательно, но единодушно отказались довести мои идеи до сведения своих подопечных. Так обстояли дела в середине сороковых годов; с тех пор положение резко изменилось. Я многократно встречался с м-ром Уолтером Рейтером из профсоюза автомобильных рабочих, который сразу понял, в чем состоят мои затруднения, и проявил готовность рассказать широкой публике о новых технических идеях через газеты своего профсоюза. Оказалось, что м-р Рейтер и окружающие его люди в самом деле обладают тем умением заниматься самыми разными делами, отсутствие которого так мешало мне во время первых эпизодических попыток войти в контакт с профсоюзами.

Еще в одном кругу идея заводов-автоматов встретила вполне благосклонный прием — в кругу руководителей промышленности. Зимой 1949 года в «Обществе по борьбе за передовые методы управления» я прочел лекцию о заводах-автоматах, посвященную техническим возможностям их создания и социальным трудностям, связанным с их появлением; в общих вопросах я нашел поддержку ряда ответственных руководителей, напри-

мер управляющего фирмой «Ремингтон Ренд Инкорпорейшн». В декабре 1952 года меня попросили прочесть такую же лекцию на симпозиуме по заводам-автоматам, организованном Американским обществом инженеров-механиков.

В общем отношении к этой проблеме между первой и второй лекциями произошли заметные изменения к лучшему. На второй лекции присутствовало больше народа, и мои технические замечания уже находили подтверждение у специалистов по машинам-автоматам, работающих в различных областях промышленности, но главное, за прошедшие три года уровень общественного сознания слушателей стал гораздо выше.

Многие из присутствующих были настроены гораздо оптимистичнее, чем я, и считали, что можно достигнуть высокой степени автоматизации, избежав какой бы то ни было социальной катастрофы; с другой стороны, широкая публика явно проявляла интерес к заседанию, обсуждавшему вопросы, которые могли кардинально изменить весь уклад жизни общества. Наибольшее внимание, по-видимому, привлекла задача создания аварийных команд из рабочих, занятых отупляющей механической работой (т. е. задача превращения этих рабочих в своего рода младших инженеров).

Другая проблема, вызвавшая горячие споры, касалась дополнительно досуга, который, очевидно, появится в будущем, и вопроса о том, как можно и должно его использовать. Странно было слушать выступления типичных заводских администраторов, удивительно напоминающие по стилю писания Уильяма Морриса¹. Но, главное, все были согласны, что необходимо принять меры предосторожности, чтобы освобождение человека от однообразной работы на заводах не привело к обесцениванию человеческой личности и возвеличиванию машины.

За годы, которые прошли со времени моей лекции, заводы-автоматы из отдаленной возможности превратились в близкую действительность, так что у нас появляется конкретная база для оценки социальных конфликтов, которые, быть может, возникнут на этой почве. Первая промышленная революция, происшедшая в начале девятнадцатого века, заменила индивидуума, бывшего до того основным источником двигательной силы, машиной. Основная часть зарплаты современного заводского рабочего вовсе не является компенсацией за затрату определенного количества энергии. Даже если он занимается самым тяжелым физическим трудом, как, например, пудлинговщик, ему платят совсем не за то, что он является двигателем, производящим энергию. На самом деле оплачивается прежде всего его опыт и

¹Моррис Уильям (1834–1890) — английский социалист, поэт и художник.

умение наиболее эффективно применить свою силу в высокоорганизованном производственном процессе.

Однако профессии, требующие большой физической силы, как профессия пудлинговщика, составляют в промышленности бесспорное меньшинство. У заводского рабочего всегда под рукой небольшой электродвигатель или пневматические инструменты, которые удесятеряют его силы. Он служит определенной цели, выполняя определенные движения в заданной последовательности, и в этом состоит его работа. Например, наклеивая этикетки на консервные банки, он должен позаботиться о том, чтобы перед ним был достаточный запас этикеток, о том, чтобы правильно их увлажнять, правильно накладывать на банку и в нужную минуту переходить от одной банки к другой. Рабочие, занятые такого рода трудом, выполняют строго определенный набор операций, не требующий от них ничего, кроме самой примитивной сообразительности и наблюдательности.

Существуют, конечно, другие формы фабричного труда. На заводах есть мастера, есть аварийные группы, которые на низших ступенях состоят из квалифицированных ремесленников, а на высших выполняют функции младших инженеров. За исключением этих более привилегированных слоев рабочих, обычный заводской труженик получает настолько строго обусловленные задания, что можно заранее предсказать каждое его движение и каждый повод к его движениям. В этом основа таких систем производства, на которых изучали трудовые процессы Тейлор и Гильбреты¹.

Я уже говорил, что именно такого рода труд исчезнет с появлением заводов-автоматов. В моем представлении самое главное заключалось в том, что большая часть человеческого труда, который будет вытеснен заводами-автоматами, — на самом деле труд, не свойственный человеку; его начали рассматривать как естественную обязанность человеческих существ только после того исторического события, которое получило название промышленной революции. Тем не менее любое внезапное, ничем не компенсированное вытеснение этого труда машинами неминуемо вызвало бы катастрофическую безработицу.

Куда же должен был хлынуть поток безработных? Первый ответ, который приходит в голову, — на заводы-автоматы, так как, очевидно, даже заводам-автоматам всегда будет нужно значительное количество аварийных

¹Тейлор Фредерик Уинслоу (1856–1915) — американский инженер-изобретатель, особенно интересовавшийся вопросами организации производства; Гильбрет Фрэнк Банкер (1868–1924) — американский конструктор, занимался проблемами повышения производительности труда, после его смерти начатую им работу продолжала жена.

команд, квалифицированных мастеров и специалистов в области программирования и приспособления машин к выполнению отдельных специфических задач. В процессе автоматизации неквалифицированные заводские рабочие, естественно, должны будут постепенно обучаться и подниматься на более высокие производственные ступени. В связи с этим вопрос о возможностях повышения квалификации рабочих приобретает жизненно важное значение.

Множество фактов с очевидностью показывает, что существовавший в прошлом источник пополнения неквалифицированной рабочей силы иссякает. После первой мировой войны уже не было значительного притока иммигрантов, стремящихся пустить корни в нашей стране и согласных на любое экономически невыгодное положение. Дети тех, кого привела к нам последняя мощная волна иммиграции, участвовали во второй мировой войне, а теперешнее подрастающее поколение состоит из детей их детей. Эта молодежь уже не хочет мириться с постоянной экономической приниженностью, неизбежной для неквалифицированных рабочих заводов старого типа. Большинство из них хочет получить профессию, но даже те, кто к этому не стремится, начинают требовать, чтобы их работа представляла какой-то интерес, а не была бессмысленным повторением одних и тех же манипуляций.

Это не первый случай в нашей промышленности, когда технический прогресс обуславливается уменьшением доступности определенного вида труда. Автоматические телефонные станции легко вошли в жизнь, потому что старая система ручного переключения грозила поглотить всех девушек, кончающих среднюю школу.

Повышению квалификации рабочих, которое происходит гораздо легче, чем могло показаться несколько лет назад, способствует техническое обучение значительной части молодежи на военной службе до сравнительно высокого уровня. Это уже произошло, в частности, в военно-воздушных силах. Если молодого человека можно научить направлять радиолокационный инструмент и управлять им, то его безусловно несложно научить и работе в аварийной команде завода-автомата.

Таким образом, вполне возможно, хотя и не абсолютно определенно, что рабочие, которые необходимы для заводов-автоматов, появились в нужное время. Как бы то ни было, атмосфера, которая создается вокруг заводов-автоматов, полностью соответствует определенной нише деятельности людей, но в то же время мы должны быть готовы не только к преимуществам автоматизации, но и к опасности, которую она несет.

Эта работа — дело моих рук, а потому я горжусь, что какая-то часть здоровой атмосферы взаимопонимания, которая окружает автоматизацию, атмосферы сотрудничества рабочих и работодателей, их готовности к совместной разработке промышленного образа жизни, неотъемлемой частью которого являются заводы-автоматы, возможно, создана благодаря тем усилиям, которые я с самого начала прикладывал, чтобы создать именно такую обстановку.

15

НАНСИ, КИБЕРНЕТИКА, ПАРИЖ И ПОСЛЕ ПАРИЖА. 1946–1952

Летом 1946 года во Франции, в университете города Нанси, должна была состояться организованная группой ученых математическая конференция по гармоническому анализу. Меня пригласили принять в ней участие. По существу большая часть вопросов, которые предстояло обсудить на конференции, была непосредственно связана с вещами, которыми я занимался. Я отплыл на голландском пароходе в Англию и, прежде чем поехать на конференцию, нанес свой обычный визит английским друзьям и их стране. В этот приезд я побывал в университетском колледже в Лондоне, где преподавал Дж. Б. С. Холдейн. Он развелся с первой женой и теперь был женат вторично на блестящей молодой даме, специалистке в области генетики, помогавшей ему во время войны проводить физиологические опыты по изучению влияния различных газов под высоким давлением на человеческий организм.

Надев водолазные костюмы, они оба по несколько раз погружались в стальные цистерны с водой; в костюмы нагнетались газы, давление которых повышалось до тех пор, пока они не становились настолько ядовитыми, что у Холдейна и его будущей жены начинались конвульсии. Я верю, что Холдейн четыре раза доводил себя до судорог, а его помощница — семь. Это вполне соответствует и стилю Холдейна, который обычно для самых невероятных физиологических испытаний использует не морских свинок, а самого себя, и его бесстрашие, которое он продемонстрировал еще раньше во время войны, избрав своей специальностью поиски и разрядку вражеских мин, выброшенных на побережье.

Вообще Холдейн принадлежит к тому типу людей, которые с готовностью подвергают себя опасности и спокойно мирятся с неудобствами и неприятностями, когда это нужно для работы, которую они считают важной. Хотя по натуре он более рационалистичен, в нем есть что-то напоминающее мне необузданность Пейли.

Живя у Холдейнов, я с удовольствием проводил время, навещая своих коллег в Государственной физической лаборатории в Теддингтоне, в Лондонском, Манчестерском и Кембриджском университетах. Я узнал, что в Манчестерском университете готовятся приступить к работе с быстродействующими вычислительными машинами. В Государственной физической лаборатории Тьюринг занимался исследованиями в той же области, объединяющей математическую логику и электронику, в которой с таким блеском работал Шеннон в Соединенных Штатах. Короче говоря, я нашел, что научная обстановка в Англии вполне благоприятствует восприятию моих новых идей, касающихся контроля, связи и организации.

В сущности, к тому времени, когда я оказался в Париже, у меня уже появилось желание написать исчерпывающую книгу на эту тему. В Париже кто-то из преподавателей МТИ познакомил меня с одним из самых интересных людей, с которыми мне когда-либо приходилось встречаться, — с издателем Фрейманом из фирмы «Герман и К°».

Фрейман, который, к сожалению, совсем недавно умер, был мексиканцем и впервые приехал в Париж вместе с мексиканской дипломатической миссией в качестве атташе по делам культуры. Один из его прадедов, капитан дальнего плавания, немец по национальности, уйдя в отставку, поселился в области Тепик на западном побережье Мексики. Другой прадед Фреймана был вождем индейского племени Хуичоль из той же области. Обе его прабабки родом из Испании. Фрейман держал маленькую невзрачную книжную лавочку напротив Сорбонны, куда время от времени заглядывал кто-нибудь из светил науки или какой-нибудь блестящий представитель парижской интеллигенции; сам он в это время с наслаждением рассказывал мне, как каждый из прадедов пытался уберечь его от влияния другого, причем один без конца твердил, что он европеец, а другой неустанно напоминал, что он индеец.

Мы долго беседовали о Мексике, и, наконец, разговор зашел о моей научной работе. Тогда Фрейман приступил к делу, которое интересовало его больше всего. Он спросил, не изложу ли я свои идеи о связи, заводах-автоматах и нервной системе в брошюре для одной из его серий?

Фрейман рассказал мне, что он зять прежнего издателя Германа, после смерти которого он оказался единственным членом семьи, захотевшим продолжать дело. Фрейман говорил о множестве уловок, к которым ему пришлось прибегнуть, чтобы добиться заключения издательских договоров с рядом научных обществ, и как он использовал эти договора для создания

действительно серьезного издательства, настолько свободного от коммерческих соображений, насколько это вообще возможно для издательства.

Я уже слышал о странной группе французских математиков, объединившихся под общим псевдонимом «Бурбаки»; этот псевдоним возник в результате мистификации, которую затеяли несколько студентов, начав писать книги и статьи под именем одного давно умершего французского генерала. Фрейман сказал, что практически организовал эту группу он и что теперь он же собирается расширить ее деятельность, поддержав создание нового вымышленного университета, названного в честь двух современных математических школ в Нанси и Чикаго «Университет Нанкаго».

Мне показалось вполне забавным принять участие в работе этой интересной группы. Я дал согласие Фрейману написать книгу, и мы скрепили договор за чашкой какао в соседней *patisserie*¹.

Все это время я поддерживал связь с Мандельбройтом, который по существу был организатором конференции в Нанси. Мы вместе занимались некоторыми математическими проблемами и вместе поехали на конференцию на маленьком скоростном дизеле, который тогда уже заменил экспресс на линии между столицей и Нанси. Меня, так же как всех важных иностранцев, поместили в прекрасном отеле, который составляет часть четырехугольного ансамбля зданий, окружающих площадь Станислава.

Слава этого квартала началась еще в XVIII веке, когда бывший король Польши стал герцогом лотарингским. Как столица Нанси в то время чуть ли не соперничал с Парижем и Версалем. Говорят, что придворный этикет в Нанси был даже строже, чем в Версале. В конце концов это привело к смерти самого герцога. Рассказывают, что однажды, гуляя навеселе по крыше, герцог упал в один из дымоходов, и, так как поблизости не оказалось ни одного лица достаточно высокого ранга, чтобы прикоснуться к королевской персоне, он так и лежал там, пока не задохнулся.

Отель, в котором я остановился, был штаб-квартирой иностранных гостей. Там жили Харальд Бор из Дании, Карлман из Швеции, Островский из Базеля и милый старый папа Планшерель из Цюрихского федерального технологического института. Младшее поколение представляли Йессен из Дании и Берлинг из Швеции.

Харальд Бор и Карлман теперь уже умерли. Смерть Карлмана особенно трагична, потому что это типичная смерть скандинава, хорошо известная всем, кто знаком с пьесами Ибсена и Стриндберга. Карлмана погубило пьянство; не то компанейское пьянство, которое бытует здесь и часто при-

¹Кондитерской (франц.).

водит к разорению, а непреодолимый сжигающий человека алкоголизм — заболевание, распространенное даже в избранных кругах скандинавского общества. На конференциях он часто бывал нетрезв. Потом в Париже я видел его дома у Мандельброята, куда он приходил, чтобы заранее получить обещанные ему деньги на дорогу; у него были красные глаза и трехдневная борода.

Из множества людей, собравшихся в Нанси, я чаще всего виделся с Лораном Шварцем. Он был женат на дочери Поля Леви, которую я встречал год назад, навещая ее отца в Пуг-лез-О. Шварц занимался вопросами, очень сходными с теми, которыми интересовался я сам. Он обобщил еще дальше тот обобщенный гармонический анализ, которому была посвящена моя старая статья в «Акта математика». Шварц свел его к высоко абстрактным положениям, характерным для школы Бурбаки, к которой он тоже принадлежал.

Нас, гостей, каждого в отдельности и всех вместе всячески привлекали к участию в светской жизни маленького города. Франция переживала тогда трудное и суровое время; вместо вина пили виноградный сок, чудесный французский хлеб на пятьдесят процентов состоял из кукурузы, но наши хозяева из всех сил старались превзойти радушием один другого. Можно было не сомневаться, что если в первый вечер нам предложили три сорта печенья, во второй во что бы то ни стало будет четыре, а в третий — пять. На всех этих вечерах неизменно присутствовали мсье ректор, мсье мэр и мсье префект. Мы уехали с убеждением, что мсье ректор, мсье мэр и мсье префект вместе с их женами годами неизменно встречаются друг с другом. Жизнь, которую мы здесь наблюдали, свидетельствовала о процветании учтивости, культуры, воспитания, но она оставляла впечатление такой чопорности, что по сравнению с Нанси любой маленький городок Новой Англии казался обителью социальной свободы.

В то время, о котором я пишу, университет в Нанси меньше других провинциальных университетов страдал от воздействия центристской силы Парижа. Теперь Шварц, в согласии с общепринятым каноном академической карьеры, конечно, перешел уже в столицу. Но тогда Нанси был прекрасным местом для иностранных математиков, которые приезжали, чтобы познакомиться с лучшими сторонами французской университетской жизни, и стремились войти в контакт с молодыми французскими учеными, находящимися в расцвете сил и только начинающими свою карьеру. Сейчас, судя по некоторым признакам, университет в Нанси снова впадает в спячку, характерную для французской провинции.

Конференция прошла с большим успехом, и нам удалось очень хорошо поработать. После конференции я вернулся в Париж. Потратив несколько дней на статью, которую мы начали писать вместе с Булиганом, и обсудив свои дела с Фрейманом, я пересек Ла-Манш и, прежде чем сесть на пароход в Саутгемптон, еще немного побыл в Англии.

Сейчас мне кажется, что именно во время этой второй поездки я снова побывал в Оксфорде и даже еще западнее, в Бристоле, где встретился с Греем Уолтером, который познакомил меня со своей исключительно интересной работой в области электроэнцефалографии.

Ричард Кейтон занимался в Англии изучением электроэнцефалограмм животных еще в 1875 году, но первые наблюдения за электрическими потенциалами, распределяющимися на человеческом черепе, осуществил немец Ганс Бергер. Потенциалы, которые он наблюдал, обязаны своим происхождением электрохимической активности мозга и меняются при различных нервных и мозговых расстройствах, однако эти изменения не так легко поддаются расшифровке. Вначале, когда ученые вплотную занялись изучением физиологии мозга, на эти явления возлагались очень большие надежды; в случаях заболевания эпилепсией и при угрозе эпилепсии они действительно давали какие-то характерные изменения, поддававшиеся прочтению.

Помимо закономерностей, связанных с эпилепсией, существуют некоторые другие регулярные мозговые волны, которые при соответствующих условиях тоже поддаются наблюдению. Самое отчетливое и стойкое из этих явлений, так называемый альфа-ритм, представляет собой колебания с периодом приблизительно в одну десятую секунды.

Искусство чтения таких нерегулярных колебаний — вещь очень сложная, и многое из того, что они могут сказать, недоступно невооруженному глазу. Как я уже говорил в предыдущей главе, рассказывая об исследованиях в области физиологии, которые мы проводили вместе с Артуро Розенблютом, мне недавно удалось разработать математический аппарат, помогающий наблюдателю давать более определенные заключения о мозговых волнах. Сейчас этой проблемой занимаются научные сотрудники МТИ и Главной массачусетской больницы.

Д-р Грей Уолтер, хотя и американец по происхождению, так долго жил в Европе, что может считаться одним из вождей европейских ученых, занимающихся электроэнцефалографией, т. е. изучением мозговых волн. Уолтер полон энтузиазма и энергии; он изобрел прибор, с помощью которого можно получить исчерпывающую картину мозговых волн в различных частях мозга. Нет сомнений, что эта картина окажется интересной и полезной при

изучении нормальной физиологии мозга и при диагностировании мозговых расстройств. Однако она более обобщена и менее точна в математических деталях, чем те данные, которыми мы пользуемся в наших исследованиях. По существу научный подход Уолтера скорее напоминает подход художника-графика, чем математика.

Уловив приблизительно в то же время, что и я, аналогию между обратной связью в машине и нервной системой человека, Уолтер начал конструировать механизмы, которые повторяли бы некоторые особенности поведения животных. Я работал над созданием «мотылька», который автоматически летел бы на свет. Уолтер назвал свои автоматы «черепахами», включив в их репертуар более сложные номера. «Черепахи» были снабжены устройством, помогавшим им не сталкиваться друг с другом при движении, и, кроме того, приспособлением, благодаря которому, чувствуя «голод», т. е. истощение аккумуляторных батарей, они направлялись к специальному «месту кормления», где поглощали электричество до тех пор, пока аккумуляторные батареи не перезаряжались.

Я возвращался домой из Саутгемптона на том же голландском корабле, на котором плыл в Англию. Во время обоих рейсов большинство пассажиров состояло из голландских крестьян, эмигрировавших в Америку и осевших в штате Мичиган в окрестностях города Гранд Рэпидс. В основном это были выходцы из фермерских семей, получившие строгое кальвинистское воспитание, которое так распространено в Голландии. Все они впервые после войны ездили домой, чтобы повидаться с родными, тяжело пострадавшими во время военных событий; эмигранты многое делали для восстановления Голландии. Боюсь, что я сильно подмочил свою репутацию, выругавшись пару раз по-голландски, — даже на фермах Новой Англии никто так не ежился, услышав что-либо подобное.

Но попав в курительную комнату, эти простые, достойные всяческого уважения люди доставали из-за пояса бутылки, выпивали стаканчик-другой голландского джина и начинали петь старинные голландские песни и танцевать на старый голландский манер, точь-в-точь, как это изображено на картинах Яна Стена, Адриена Броуэра и Брейгеля старшего. Одежда стала иной, но физиономии степенных фермерш и их подвыпивших здоровяков-мужей остались все такими же; даже песни и, как мне казалось, некоторые танцы вели свою родословную с XVII века.

Вернувшись в Соединенные Штаты, я узнал, что мне нужно возобновить работу в Мексике. В то лето моя дочь Барбара не очень знала, что ей делать, и мы поехали вместе. Я начал еще одну нейрофизиологи-

ческую работу вместе с Артуро, продолжая встречаться с той же группой людей и ведя почти такой же образ жизни, как в свои предыдущие приезды. Мы с Барбарой (позднее к нам присоединилась и Маргарет) поселились в многоквартирном доме, построенном в новом жилом квартале на месте бывшего ипподрома; нам даже принадлежала часть сада на крыше, откуда мы могли любоваться снегами Попокатепетля¹ и Истаксиуатлы². В том же доме жила молодая супружеская пара, приехавшая из Америки. Муж тоже работал в Институте кардиологии, и мы часто обсуждали с ним книгу по теории прогнозирования и автоматическому управлению, которую я обещал написать для Фреймана.

Я упорно трудился, но с первых же шагов был озадачен необходимостью придумать заглавие, чтобы обозначить предмет, о котором я писал. Вначале я попробовал найти какое-нибудь греческое слово, имеющее смысл «передающий сообщение», но я знал только слово *angelos*. В английском языке «angel» — это ангел, т. е. посланник бога. Таким образом, слово *angelos* было уже занято и в моем случае могло только исказить смысл книги. Тогда я стал искать нужное мне слово среди терминов, связанных с областью управления или регулирования. Единственное, что я смог подобрать, было греческое слово *kubernētēs*, обозначающее «рулевой», «штурман». Я решил, что, поскольку слово, которое я подыскивал, будет употребляться по-английски, следует отдать предпочтение английскому произношению перед греческим. Так я напал на название «Кибернетика». Позднее я узнал, что еще в начале XIX века это слово использовал во Франции физик Ампер, правда, в социологическом смысле, но в то время мне это было неизвестно.

В слове «кибернетика» меня привлекало то, что оно больше всех других известных мне слов подходило для выражения идеи всеобъемлющего искусства регулирования и управления, применяемого в самых разнообразных областях. Много лет назад Венивар Буш в разговорах со мной предположил, что для того, чтобы овладеть процессами управления и организации, нужно создать какой-то новый научный аппарат. В конце концов я начал искать этот аппарат в теории связи. Мои ранние работы по теории вероятностей и, в частности, по изучению броуновского движения убедили меня, что осмысленное представление об организации невозможно для мира, где все обусловлено и для случайности не осталось места. Такой негибкий мир можно назвать организованным только в том смысле, в каком организован

¹Вулкан на юго-востоке Мексики.

²Гора к северу от вулкана Попокатепетля.

мост, все детали которого жестко скреплены друг с другом. В подобном сооружении каждая деталь зависит от всех остальных и все части постройки играют одинаково важную роль. В результате на этом мосту нет участков, которые могли бы принять на себя наибольшее напряжение, и если только он не сделан целиком из материалов, способных выдержать без заметных деформаций большие внутренние напряжения, то почти наверняка концентрация напряжений приведет к тому, что мост рухнет, лопнув или разорвавшись в том или другом месте.

На самом деле мост, как любое другое строение, выдерживает нагрузку только потому, что он не является стопроцентно жестким. Аналогичным образом любая организация может существовать, только если составляющие ее части в большей или меньшей степени способны реагировать на присущие ей внутренние напряжения. Таким образом, мы должны рассматривать организацию как нечто обладающее взаимосвязью между отдельными организованными частями, причем взаимосвязь эта не единообразна. Связи между одними внутренними частями должны играть более важную роль, чем между другими, иными словами, связи внутри организации не должны быть абсолютно устойчивыми, чтобы строгая определенность одних ее частей не исключала возможности изменения каких-то других. Эти изменения, различные в различных случаях, неизбежно носят статистический характер, и поэтому только статистическая теория обладает достаточной гибкостью, чтобы в своих рамках придать понятию организации разумный смысл.

Итак, я был вынужден снова вернуться к работе Уилларда Гиббса и к концепции, согласно которой мир рассматривается не как отдельный изолированный феномен, а как элемент множества «возможных миров», характеризующихся определенным распределением вероятностей. При этом мне пришлось считать, что причинность есть нечто, могущее присутствовать в большей или меньшей степени, а не только просто быть или не быть.

Основой моих идей в области кибернетики послужили все те проблемы, которыми я занимался раньше. Интерес к теории связи привел меня к теории информации и прежде всего к вопросу об информации о всей системе в целом, содержащейся в сведениях об одной какой-либо ее части. Так как я занимался гармоническим анализом и знал, что в случае непрерывного спектра приходится обращаться к рассмотрению функций и кривых, слишком нерегулярных для того, чтобы их можно было изучать с помощью средств классического анализа, у меня выработалось свое отношение к нерегулярности, из которого родилось представление о существен-

ной нерегулярности вселенной. Так как я много работал в тесном контакте с физиками и инженерами, я хорошо знал, что наши данные никогда не могут быть абсолютно точными. А познакомившись со сложным механизмом нервной системы, я осознал, что мир, который нас окружает, воспринимается нами только с ее помощью и что вся наша информация о мире ограничена возможностью передачи информации по нервным волокнам.

Мое первое детское эссе по философии, написанное в средней школе, когда мне не было еще одиннадцати лет, не случайно называлось «Теория неведения». Уже тогда меня поразила невозможность создания идеально последовательной теории с помощью такого несовершенного механизма, как человеческий разум. Занимаясь под руководством Бертрана Рассела, я не мог заставить себя поверить в существование исчерпывающего набора постулатов логики, не оставляющего места ни для какого произвола в пределах определяемой им системы. Таким образом, не владея великолепной техникой Геделя и его последователей, я тем не менее предвидел некоторые критические замечания, которые они позднее выдвинули против Рассела, создав реальную основу для отрицания существования какой бы то ни было единой замкнутой в себе логики, неизбежно и вполне определенно следующей из конечного числа исходных правил.

Я никогда не представлял себе логику, знания и всю умственную деятельность как завершенную замкнутую картину; я мог понять эти явления только как процесс, с помощью которого человек организует свою жизнь таким образом, чтобы она протекала *en rapport*¹ с внешней средой. Важна битва за знание, а не победа. За каждой победой, т. е. за всем, что достигает своего апогея, сразу же наступают «сумерки богов», в которых само понятие победы растворяется в тот самый момент, когда она достигнута.

Мы плывем вверх по течению, борясь с огромным потоком дезорганизованности, который, в соответствии со вторым законом термодинамики, стремится все свести к тепловой смерти, всеобщему равновесию и одинаковости. То, что Максвелл, Больцман и Гиббс в своих физических работах называли тепловой смертью, нашло своего двойника в этике Киркегора², утверждавшего, что мы живем в мире хаотической морали. В этом мире наша первая обязанность состоит в том, чтобы устраивать произвольные островки порядка и системы. Эти островки не существуют вечно в том виде, в котором мы их некогда создали. Подобно Красной королеве³ мы

¹ В соответствии (франц.).

² Киркегор Серен (1813–1855) — датский философ.

³ Персонаж книги Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье»; в стране за зеркалом, где царство-

должны бежать со всей быстротой, на которую только способны, чтобы остаться на том месте, где однажды остановились.

Мы вовсе не боремся за какую-то определенную победу в неопределенном будущем. Величайшая из всех побед — это возможность продолжать свое существование, знать, что ты существовал. Никакое поражение не может лишить нас успеха, заключающегося в том, что в течение определенного времени мы пребывали в этом мире, которому, кажется, нет до нас никакого дела.

Это не поражение; скорее, это ощущение трагичности мира, в котором необходимость представлена как неизбежность исчезновения дифференциации. Требования нашей собственной природы, попытка построить островок организованности перед лицом преобладающей тенденции природы к беспорядочности — это вызов богам и вместе с тем ими же созданная железная необходимость. В этом источник трагедии, но и славы тоже.

Вот те идеи, которые я стремился обобщить в моей книге о кибернетике. Моя первая задача была вполне конкретна и довольно ограничена. Мне хотелось рассказать о новой теории информации, созданной Шенноном и мной, и о новой теории прогнозирования, основы которой были заложены довоенной работой Колмогорова и моими исследованиями, касающимися учета будущего движения самолета при зенитной стрельбе. «Желтая опасность» была доступна ограниченному кругу людей, а мне хотелось, чтобы более широкие слои общества узнали о связи между этими идеями и увидели, в чем состоит новый статистический подход к инженерным задачам связи. Кроме того, я хотел, чтобы представители этих более широких слоев обратили внимание на множество аналогий между человеческой нервной системой, с одной стороны, и вычислительными машинами и системами автоматического регулирования, с другой (т. е. тех аналогий, которые вызвали мою совместную работу с Розенблютом). Но я не мог разрешить этих задач, не составив описи всего своего научного багажа. Почти с самого начала мне стало ясно, что новые концепции связи и управления влекут за собой новое понимание человека и человеческих знаний о вселенной и обществе.

Возможность передавать и получать информацию совсем не является привилегией людей, поскольку обнаружено, что в различной степени этой же способностью обладают, во всяком случае, млекопитающие, птицы, муравьи и пчелы; но какая бы информация ни содержалась в криках и брачных танцах птиц, в беззвучных танцах пчел, с помощью которых они указывают

вала Красная королева, Земля двигалась таким образом, что тот, кто хотел остаться на месте, должен был бежать изо всех сил.

своим товарищам по ульям, в каком направлении и на каком расстоянии находятся источники меда, и что бы ни означали остальные способы сообщения, которые мы как раз сейчас начинаем понимать, язык человека все равно гораздо более развит и гибок, чем язык животных, и потому с ним связаны проблемы совсем особого рода.

Кроме явной множественности языков и широких возможностей, заключенных в каждом индивидуальном языке как в способе самовыражения, уже одно то, что обширные разделы мозга заняты, очевидно, управлением различными аспектами речи, слуха, чтения и письма, свидетельствует об исключительном значении, которое имеет для людей тонко развитая система связи.

Поддерживать связь с внешним миром — это значит получать сообщения из внешнего мира и посылать ответные сообщения. С одной стороны, это значит наблюдать, экспериментировать и учиться, с другой — осуществлять свое влияние на внешний мир так, чтобы наши действия были целенаправлены и эффективны. Экспериментирование по существу есть одна из форм двустороннего общения с внешним миром, в процессе которого мы употребляем исходящие команды для того, чтобы определять условия поступления наблюдений, и одновременно используем поступающие наблюдения, чтобы увеличивать эффективность исходящих команд.

Обмен информацией — цемент, скрепляющий общество. Общество — это не просто множество индивидуумов, сталкивающихся друг с другом для раздоров и воспроизведения себе подобных, общество — это совокупность индивидуумов, тесно связанных между собой и образующих один большой организм. Общество обладает своей собственной памятью, гораздо более емкой и разносторонней, чем память любого входящего в него члена. В тех человеческих коллективах, которым настолько повезло, что они обладают хорошей письменностью, значительная часть общих традиций хранится в письменном виде, но существуют общества, которые и без письменности сохранили свои традиции, например в форме ритуальных родовых песен и устных сказаний.

Социология и антропология — прежде всего науки о связи, и поэтому они входят в кибернетику. Частный раздел социологии, известный под названием экономики и отличающийся от других главным образом более аккуратным использованием числовых мер для рассматриваемых величин, тоже представляет собой раздел кибернетики благодаря кибернетическому характеру самой социологии. Каждая из этих областей вносит свою долю в создание общей кибернетической идеологии, хотя многие из них еще недо-

статочно точны, чтобы здесь стоило использовать математический аппарат, которым обладают более развитые дисциплины.

Помимо той роли, которую кибернетика играет в этих уже известных науках, она оказывает большое влияние на философию науки, в частности на научную методологию и эпистемологию, или учение о познании. Прежде всего, статистический подход, так ярко проявившийся в кибернетике и в моих ранних исследованиях, вынуждает нас по-новому относиться к понятиям порядка или регулярности. Идеальная информация не содержит в себе ничего поддающегося измерению, следовательно, доступная измерению информация не может быть идеальной. Если мы в состоянии измерить степень причинности (а значительная часть моих работ по теории информации посвящена доказательству того, что это вполне в наших силах), то это происходит только потому, что вселенная представляет собой не абсолютно жесткую структуру, а нечто, допускающее небольшие изменения в различных частях. Тогда, очевидно, можно пронаблюдать, насколько изменения в одной части вызывают изменения в других.

Таким образом, с точки зрения кибернетики мир представляет собой некий организм, закрепленный не настолько жестко, чтобы незначительное изменение в какой-либо его части сразу же лишало его присущих ему особенностей, и не настолько свободный, чтобы всякое событие могло произойти столь же легко и просто, как и любое другое. Это мир, которому одинаково чужда окостенелость ньютоновой физики и аморфная податливость состояния максимальной энтропии или тепловой смерти, когда уже не может произойти ничего по-настоящему нового. Это мир Процесса, а не окончательного мертвого равновесия, к которому ведет Процесс, и это вовсе не такой мир, в котором все события заранее предопределены вперед установленной гармонией, существовавшей лишь в воображении Лейбница.

В таком мире знание есть квинтэссенция процесса познания. Нет никакого смысла искать знания при асимптотическом состоянии вселенной, к которому она, быть может, стремится при неограниченном увеличении времени, так как это асимптотическое состояние (если оно существует) заключается в полной одинаковости, безвременности, бессмысленности и беззаконности. Знание есть один из аспектов жизни: если мы нуждаемся в объяснениях, то только потому, что мы живы. Жизнь представляет собой непрерывное взаимодействие между индивидуумами, а не просто способ существования, протянутый в вечность.

Я привожу здесь все эти положения, чтобы показать, каким образом я пытался добавить, как мне казалось, что-то положительное к пессимиз-

му Киркегора и тех писателей, которые видели в нем своего вдохновителя. Среди этих последних наиболее значительную группу составляют экзистенциалисты. Я не стремился противопоставить представлению о беспросветности существования какую-нибудь оптимистическую философию в любом из вариантов оптимизма Поляны¹, но я был, по крайней мере, убежден в совместимости моих предпосылок, недалеко ушедших от предпосылок экзистенциалистов, с положительным отношением к миру и к нашему существованию в мире.

Вот основные идеи, над которыми я размышлял, работая над книгой по кибернетике. Я обсуждал их с Артуро и с физиологом-американцем, который оказался нашим соседом по дому. Мы все надеялись, что эти мысли найдут какой-то отклик, хотя никто из нас, включая и меня, не мог представить себе, какое волнение они вызовут, появившись в печати.

Меня мучили угрызения совести за то, что я отрывал столько времени от нашей совместной работы с Артуро. Я немного успокаивал себя тем, что виноваты в этом обстоятельства, которые ни я, ни он не могли изменить. Артуро принадлежит к числу людей, хорошо работающих во вторую половину дня и вечерами; по-настоящему он загорается часам к 3–4 дня и сидит далеко за полночь. Я работаю утром, лучше всего сразу после того, как проснусь; к двум часам дня я начинаю остывать, а после того как стемнеет, уже совершенно не могу заниматься творческой работой. Из-за этого расхождения в нашем сотрудничестве оказалось много пробелов, которые я мог заполнить только какой-то самостоятельной работой и, естественно, заполнял «Кибернетикой».

В работе над этой книгой меня еще пришпоривало случайное стечение обстоятельств: мои финансовые дела по временам принимали довольно скверный оборот, и я волей-неволей должен был отдавать всю энергию новому начинанию, ставшему краеугольным камнем моей дальнейшей карьеры. Счета сыпались со всех сторон, а я не накопил никаких богатств, чтобы компенсировать растущие расходы. Я решил сделать то, что делали многие другие писатели: писать по возможности столько, сколько нужно, чтобы заткнуть образовавшуюся брешь. Забегая немного вперед, я должен сказать, что мне это вполне удалось и, хотя писательство никогда не обещало сделать меня богатым человеком, именно «Кибернетика» положила начало моему теперешнему экономическому благополучию.

¹ Главная героиня нескольких романов американской писательницы Элеоноры Портер (1868–1920), отличающаяся неизменной бодростью и жизнерадостностью.

Тем временем подошел второй семестр учебного года в МТИ, и я начал готовиться к возвращению домой. Перед самым отъездом я закончил книгу я отослал ее Фрейману в Париж. С меня свалилась огромная тяжесть, и я провел оставшиеся дни, посещая Таско¹ и развлекаясь со своими мексиканскими друзьями.

В течение нескольких лет у меня на глазах развивалась катаракта; к тому времени, о котором я сейчас пишу, болезнь зашла так далеко, что начала серьезно мешать мне читать. Оставался единственный выход — удалить хрусталик обоих глаз. Операция глаза, естественно, доставляет достаточно много волнений. Но мне очень повезло, так как нашелся окулист, не только внушавший мне полное доверие, но и сумевший психологически правильно меня подготовить. В результате первая операция показалась мне менее тяжким испытанием, чем я ожидал, и, когда подошло время, у меня хватило душевных сил перенести операцию на втором глазу и несколько менее ответственных операций на обоих глазах, которые были необходимы, чтобы вернуть мне как можно больший процент зрения.

Моя близорукость и операции катаракты в значительной мере уравновесили друг друга. В конечном счете я теперь довольно сносно читаю и вижу без очков на большем расстоянии лучше, чем раньше. Правда, после операций я стал довольно чувствителен к чрезмерному свету и к длительному напряжению. Из-за этого мне пришлось изменить свои рабочие навыки, но изменения эти в некоторых отношениях оказались даже к лучшему.

Сейчас я записываю большую часть своих математических работ на доске, а не на бумаге, что избавляет меня от неприятной необходимости смотреть то прямо перед собой, то вдаль, для чего мне нужны бифокальные или трифокальные очки. Кроме того, я вынужден был пожертвовать привычкой самому делать записи от руки или на машинке и начал прибегать к помощи опытных секретарей, что сделало мою работу более эффективной.

Сам процесс письма для человека с моей физической неловкостью — тяжкий крест, и антипатия, которую я питал к этому занятию, отражалась на стиле того, что я писал, внося элемент раздраженности в каждую мою литературную работу. Теперь я был избавлен от всех этих неприятностей; после глазных операций я стал до такой степени человеком литературы, что раньше сам бы в это никогда не поверил.

Я всегда считал, что литература существует, по меньшей мере, столько же для уха, сколько для глаза. Возникновение этого убеждения в значитель-

¹Город недалеко от Мехико, известный своими художественными ремесленными изделиями.

ной степени связано с тем периодом моей жизни, когда в возрасте восьми лет я шесть месяцев не мог ни читать, ни писать и все, чему меня учили, вынужден был воспринимать на слух. Когда диктуешь свою работу, появляется ощущение звучания того, что пишешь, и это ощущение мне очень приятно. Я обладаю памятью значительно выше средней, и невозможность делать заметки для меня не такая уж проблема. Когда мне приходит в голову идея, требующая более подробного изложения, я диктую секретарю и мы вместе стремимся достигнуть плавности переходов от одной части к другой.

Я привык делать все изменения сразу и тоже с помощью секретаря, поэтому безличность записывающего аппарата внушает мне отвращение. Если человек, выполняющий обязанности моего секретаря, необразован и не обладает вкусом, он не справится со своей работой; мне нужно, чтобы он был в состоянии критиковать и постоянно критиковал то, что я ему диктую, проявляя свое отношение какими-нибудь замечаниями или любым другим способом. Благодаря такому сотрудничеству возникает процесс, который, пользуясь кибернетическим словарем, я должен назвать процессом обратной связи; все его преимущества я и стараюсь использовать.

Кроме того, диктуя, я делаю долгие паузы, обдумывая, что сказать дальше; во время этих пауз я вряд ли в состоянии вспомнить, что надо выключить записывающее устройство стоящей передо мной проклятой машины, а возобновив диктовку, включить его снова.

Я показал рукопись своей книги о кибернетике руководителям МТИ и сотрудникам институтского издательства «Технолоджи пресс» (Technology Press). В издательстве очень заинтересовались книгой и уверили меня, что смогут найти какой-нибудь способ опубликовать ее в Америке.

С одной стороны, это было нетрудно, так как книга, хотя и предназначалась для французской серии, была написана по-английски. Но, с другой стороны, поскольку я передал все права на ее издание Фрейману (книга была принята к изданию сейчас же по получении), прежде чем воспользоваться его матрицами для офсетной перепечатки американского издания, нужно было уладить целый ряд юридических и моральных сложностей.

Когда все вопросы были, наконец, разрешены, «Технолоджи пресс» вместе с издательством «Джон Уайли и сыновья» (John Wiley and Sons) приступили к публикации книги. Кстати, эти два издательства примерно в то же время вторично опубликовали «Желтую опасность».

Фрейман не очень высоко оценивал коммерческие перспективы «Кибернетики», как, впрочем, и остальные мои знакомые по обе стороны океа-

на. Когда «Кибернетика» стала научным бестселлером, все были поражены, и я не меньше других.

Появление книги в мгновение ока превратило меня из ученого-труженика, пользующегося определенным авторитетом в своей специальной области, в нечто вроде фигуры общественного значения. Это было приятно, но имело и свои отрицательные стороны, так как отныне я был вынужден поддерживать деловые отношения с самыми разнообразными научными группами и принимать участие в движении, которое быстро приняло такой размах, что я уже не мог с ним справиться.

«Кибернетика» представляла собой новое изложение ряда вопросов, о которых я никогда раньше не писал с абсолютной уверенностью, и в то же время это было некое полное собрание моих идей. Книга появилась в неряшливом виде, так как корректуры проходили в то время, когда неприятности с глазами лишили меня возможности читать, а молодые ассистенты, которые мне помогали, отнеслись к своим обязанностям недостаточно серьезно.

После опубликования книги, которая заслужила хорошие отзывы и, как я уже говорил, пользовалась совершенно неожиданным коммерческим успехом, на меня со всех сторон посыпались заказы на более или менее популярные статьи и приглашения выступать с публичными лекциями. В течение некоторого времени я принимал все эти лестные предложения говорить и писать, в результате чего у меня появилось новое и, наверное, ложное ощущение собственной значительности.

Потом мне пришлось убедиться, что если я хочу сделать еще что-нибудь для науки и сохранить сколько-нибудь сносное здоровье, я должен беречь свои силы. В общем, чтение лекций ни в смысле денег, ни в смысле завоевания положения не компенсировало той усталости, которую оно приносило. К тому же на горьком опыте я узнал, сколько сил должен тратить лектор, чтобы защитить себя от эксплуатации.

По этим же причинам я решительно отказался давать консультации инженерам. В той области, в которой я работаю, люди, приходящие консультироваться, гораздо больше заинтересованы в моем имени, чем в моих идеях. А пытка, которой подвергается человек, чувствуя на себе любопытные взгляды целой смены инженеров какой-нибудь компании или встречаясь и вступая в общение с группой незнакомых людей, заинтересованных прежде всего в том, чтобы выжать его досуха, и занимающихся вымогательством, соблюдая все правила вежливости, — это пытка, которую инквизиторы просто забыли включить в свой репертуар.

За это время мои дочери успели закончить колледж и перейти из возрастной категории около двадцати к возрасту двадцать с небольшим. В течение нескольких лет Барбара не могла сделать выбора между научной карьерой и журналистикой. Она начала с того, что провела год в Радклиффском колледже, потом некоторое время занималась в МТИ. Журналистику она изучала в Бостонском университете, но, только выйдя замуж за Гордона Рейзбека, довела до конца свои занятия уже в университете Дрю¹ недалеко от Мористауна в штате Нью-Джерси, где она в то время жила. В промежутке Барбара довольно много работала в области научной журналистики, выполняя различные поручения Службы науки (Science Service) в Вашингтоне.

Пегги поступила в Тафтс-колледж, студентом которого был и я. Она избрала своей специальностью биохимию и после окончания колледжа продолжала заниматься в аспирантуре МТИ, потом в Лондоне и в Бостонском университете. Некоторое время Пегги работала в Уорчестерском фонде экспериментальной биологии. Вскоре она вышла замуж и сейчас энергично трудится в одной фармацевтической фирме на севере штата Нью-Джерси.

Оба мои зятя — инженеры и работают в лаборатории телефонной компании Белла, занимаясь проблемами, имеющими непосредственное отношение к математике, и работой, связанной с приложениями. Таким образом, в моей собственной семье еще раз подтвердился странный генетический закон передачи математических способностей от тестя к зятю, о котором я уже говорил.

В начале 1950 года я получил приглашение приехать во Францию, чтобы прочесть курс лекций в «Коллеж де Франс»¹. Инициатором этого приглашения был Мандельбройт. После некоторых раздумий я решил, что не могу потратить целый год на чтение лекций, и отплыл во Францию только в декабре.

Мои французские друзья подыскивали гостиницу в Савойе², где я мог отдохнуть, пока не наступила горячая пора. А горячая пора действительно приближалась, так как мне предстояло принять участие в конгрессе, посвященном быстродействующим вычислительным машинам и проблемам автоматизации, который должен был состояться в Париже в начале января 1951 года.

По окончании конгресса я провел несколько недель в Англии у Холдейнов. Там ко мне присоединились Маргарет и Пегги.

¹ Университет в г. Медисоне (штат Нью-Джерси).

¹ Один из крупнейших научных институтов Франции.

² Область на юго-востоке Франции, граничащая с Италией.

Мы с Маргарет тут же уехали в Париж. На несколько недель нас поместили в здании, принадлежащем Парижской обсерватории, и мы немедленно оказались втянутыми в интеллектуальную и светскую жизнь маленького кружка сотрудников.

Я получал большое удовольствие от преподавания, и в «Коллеж де Франс» ко мне относились как к одному из своих профессоров. В тот день, когда я читал лекции, а таких дней было двадцать, я заходил в маленькую комнатку, обдумывал несколько минут то, что мне предстояло сказать, расписывался в журнале и в сопровождении *appariteur* (университетского служащего) с деревянной ногой шел в лекционный зал. Я читал лекции по-французски, а если мой словарь иссякал, обращался за помощью к аудитории.

В первый же день я встретил на лекции своего старого друга. Это был французский врач, который работал в Государственном институте кардиологии в Мексике и лечил меня, когда я сильно переутомился. Он наблюдал за моим здоровьем все время, пока я жил во Франции, и мы с Маргарет часто с удовольствием проводили вечера у него в доме. С тех пор он несколько раз бывал в Америке, так что у нас была возможность расквитаться с ним за гостеприимство.

Математики в буквальном смысле слова приняли нас в свою семью. Мы часто бывали у милого старого Адамара и его жены; нам казалось, что они оба окончательно лишились признаков возраста, хотя им перевалило уже за восемьдесят. В числе знакомых, которых мы навещали, были также Фреше и Булиган.

Кроме курса в «Коллеж де Франс», я читал ряд других лекций, некоторые из них на инженерные темы, перед группой слушателей из Высшей школы инженеров связи. Кроме того, я прочел лекцию по философии почти что в цитадели экзистенциализма — в холле квартиры Сартра. Посетили мы и салон одного из профессоров философии, где со мной носились, как со знаменитостью, совсем на французский манер.

Я проводил много времени, сплетничая с Фрейманом в задней комнате его лавки или играя в шахматы иногда в «Бар Селект» на бульваре Монпарнас, а иногда в других увеселительных заведениях Парижа. Мы часто ходили в кино и немного лучше познакомились с хорошими парижскими ресторанами и кафе.

За год до поездки во Францию я написал еще одну книгу для широкой публики. Это был популярный отчет о кибернетике с особым упором на социальные проблемы. Я назвал ее «Человеческое использование челове-

ческих существ»¹, впервые она была опубликована издательством «Хоутон Мифлин» (Houghton Mifflin), а затем выпущена в мягкой обложке в серии книг «Энкор Букс оф Даблди» (Anchor Books of Doubleday). Я попытался продать ее какому-нибудь парижскому издателю, чтобы она появилась также на французском языке. В конце концов мне удалось договориться с мсье Дюфезом из издательства «Эдисьен де де Рив» (Editions des Deux Rives).

На пасху к нам приехала Пегги, и мы всей семьей отправились в Нанси, где я должен был прочесть лекцию. Лоран Шварц и его друзья отнеслись к нам с такой же сердечностью, как и во все наши предыдущие приезды во Францию. Маргарет говорит по-французски лучше меня, а Пегги тоже оказалась на высоте и вполне могла принимать участие в наших беседах и светских развлечениях.

Весной, когда я закончил курс лекций в Париже, мы с Маргарет уехали в Мадрид. Летом предыдущего года в Кембридже (Массачусетс) состоялся Международный математический конгресс, в работе которого я тоже принимал участие. На этот раз испанцы были со мной очень любезны, и я получил приглашение прочесть несколько лекций в Мадриде. Я пытался отказаться, говоря, что мои идеи при более близком знакомстве могут им не понравиться, но они решили, что это препятствие несерьезно.

Я принял предложение. Тем временем мой наниматель прочел кое-что из того, что я написал, и нашел, что мои взгляды слишком либеральны, чтобы их можно было с безопасностью излагать в тоталитарном государстве. Хотя я говорю по-испански не хуже, чем по-французски, он потребовал, чтобы я читал лекции на французском языке; сейчас я убежден, что это было сделано только для того, чтобы меня поняло меньшее число людей. Мне предложили говорить только об инженерных задачах и математике, не касаясь никаких политических, философских или биологических проблем.

Мы с Маргарет жили в великолепном отеле, нам оказывали самое широкое гостеприимство, но у нас все время было ощущение, что мы изолированы и что от нас умышленно хотят скрыть то, что происходит в стране. Знание испанского языка и опыт предыдущих путешествий помешали осуществлению этого плана — я часто гулял в соседнем парке и разговаривал с людьми, и мы вместе с Маргарет ездили поездом в Эскориал². Узнав об этой поездке, наш хозяин понял, что мы ускользнули от его надзора, и страшно рассердился, но когда один испанский знакомый пригласил нас

¹ Полное название книги: «Cybernetics and Society. The Human Use of Human Beings»; в русском переводе эта книга называется «Кибернетика и общество», Москва, ИЛ, 1958.

² Ансамбль зданий в 27 км от Мадрида, воздвигнутый между 1563 и 1584 гг. в честь святого Лаврентия.

совершить вместе с ним автомобильную экскурсию в Севилью, он рассердился еще сильнее.

Мы были рады покинуть Испанию и вернуться к свободной жизни во Франции. Часть каникул мы провели в очаровательном баскском городке Сен-Жан-де-Люз. Там я всерьез занялся работой, которую начал еще в Америке и продолжал в Париже и Мадриде, — писал предыдущий том автобиографии, опубликованный под заглавием «Бывший вундеркинд». Мне приходилось заново переживать свое суровое детство вундеркинда. Работа требовала громадного внутреннего напряжения, но в то же время самый процесс создания книги был наилучшей психотерапией, которую только можно было придумать по этому поводу.

Мы не смогли вернуться домой из-за каких-то трудностей и уехали в Париж, чтобы выяснить, в чем дело, и заодно разрешить некоторые другие важные вопросы. В Париже мы остановились в очаровательном отеле на берегу Сены около церкви Сен-Жермен. Потом мы вернулись в Савойю, чтобы отдохнуть перед возвращением в Штаты.

Один из врачей в савойском городке, где мы жили, оказался отцом нашего друга — врача из Парижа. К концу пребывания в Савоие переутомление, вызванное чтением лекций и работой над книгой, заставило меня слечь с мучительной головной болью; мне даже пришлось провести некоторое время в Женевской кантональной больнице. Тем временем мой друг из Парижа написал своему отцу, порекомендовав соответствующий курс лечения, и благодаря его помощи я скоро поправился. Несмотря на это, путешествие в Геную, где мы должны были сесть на пароход, обернулось сплошной мукой, и когда мы добрались до порта, меня пришлось поручить заботам пароходного врача. Врач продолжил начатый курс лечения, и к моменту возвращения домой я был вполне здоров, хотя чувствовал смертельную усталость.

Мы с Маргарет почти сразу же уехали в Мексику на торжества, посвященные четырехсотлетию университета. По этому случаю университет раздавал почетные звания, и я тоже получил одно из них. Мексиканские празднества доставляют большое удовольствие, но они насыщены до предела, и после двух недель различных церемоний я был совершенно измотан. Тем не менее до самого возвращения в США в январе 1952 года я продолжал работать с Аргуро.

Еще до поездки в Мексику индийские математики начали переговоры о том, чтобы я приехал в Индию прочесть курс лекций. В рождественские каникулы 1953 года я почувствовал, наконец, что могу принять это приглашение.

16

ИНДИЯ. 1953

В декабре 1953 года по приглашению индийского правительства и нескольких государственных учреждений я уехал в семинедельное лекторское турне по Индии. Непосредственным поводом для поездки послужил Всеиндийский научный конгресс в Хайдерабаде. Переговоры об этом путешествии начались уже давно. Они тянулись несколько лет из-за того, что пожелания индийского правительства трудно было согласовать с моими: мы никак не могли договориться о времени выезда и, что еще важнее, о продолжительности и характере поездки. Мне не хотелось путешествовать в одиночестве, не чувствуя поддержки и опоры моей дорогой жены, но если я собирался пробыть в Индии совсем недолго, о разрешении ехать с женой, очевидно, невозможно было просить; провести же в Индии много времени я в то время не мог.

Однако с самого начала 1953 года стало ясно, что, по всей вероятности, я смогу выкроить шесть-семь недель. Мое здоровье, сильно пошатнувшееся из-за тяжелых испытаний, выпавших на мою долю после недавних успехов, настолько поправилось, что, соблюдая элементарное благоразумие, я мог выдержать это путешествие. Одновременно мы узнали, что Пегги собирается обручиться с молодым инженером Джоном Блейком, своим бывшим товарищем по колледжу. В самом начале осеннего семестра 1953 года обручение действительно состоялось. Поэтому, с одной стороны, моей жене нужно было остаться в Соединенных Штатах, чтобы заняться множеством различных приготовлений к свадьбе, а с другой, во время этой приятной подготовительной суматохи мое присутствие в собственном доме было скорее излишним. Я подписал договор и 19 декабря 1953 года уехал из Соединенных Штатов с тем, чтобы вернуться за неделю до свадьбы дочери, которая должна была состояться 20 февраля.

Мое стремление поехать в Индию, так же как раньше в Китай и Мексику, было вызвано не просто неутомимым характером или праздным любопытством. Имена индийских математиков все чаще и чаще появлялись

в наших научных журналах, и мы все больше нуждались в том, чтобы Восток пришел на помощь Западу, который после двух мировых войн начал обнаруживать признаки интеллектуального и морального упадка. Я был рад возможности взглянуть еще на один отряд, пришедший пополнить международную научную жизнь, и подышать воздухом, которым дышат эти люди.

Предыдущие поездки за границу в какой-то мере подготовили меня к путешествию в Индию. Посещение Китая и Японии приблизило меня к пониманию Востока и познакомило со специфическими проблемами, стоящими перед странами, которые сочетают огромные интеллектуальные ресурсы со страшной бедностью и только-только начинают принимать участие в международной научной жизни. В Мексике, где за десять лет я успел достаточно хорошо освоиться, некоторые из этих проблем осложнялись еще характерными трудностями жизни в тропическом климате. В Соединенных Штатах и в Англии я знал многих индийских студентов и преподавателей. Благодаря им у меня сложилось определенное представление о своеобразной обстановке Индии и, прежде всего, о том особом колорите, который придают этой стране стойкие религиозные традиции; со многими из своих прежних знакомых я собирался снова встретиться у них на родине.

Днем 19 декабря я вылетел из Бостона в Париж. Я отношусь без энтузиазма к путешествиям по воздуху. Они слишком коротки, чтобы завязать новые знакомства или морально подготовиться к обилию новых впечатлений.

Парижский аэропорт бастовал, и никто не мог сказать, как мы достигнем места назначения. Только совершив не предусмотренную расписанием посадку в Шанноне, мы узнали, что наш рейс закончится в Брюсселе и что из Брюсселя в Париж нас доставят не самолетом, а специально заказанным автобусом. После многочасовой поездки по Бельгии мы в тот же день пересекли границу. Прибыв уже затемно в Париж на вокзал Инвалидов, я узнал, что из-за забастовки агентство «Эр Индия», которое должно было позаботиться о продолжении моего путешествия, до сих пор ничего для меня не сделало.

Три дня, которые мне волей-неволей пришлось провести в Париже, оказались на редкость приятными и до конца наполненными посещениями друзей, импровизированными лекциями и встречами с издателями и товарищами по работе. Я с удовольствием узнал, что у «Германа и К°» меня ждет небольшая сумма денег, накопившаяся из отчисления процентов с каждого проданного экземпляра книги, — я совершенно не подозревал, что во Франции существует подобное правило. Но бедняга Фрейман, сообщивший

мне эту приятную новость, вскоре после нашей встречи умер от паралича сердца.

Мне дали знать, что я могу покинуть Париж в ночь на 23 декабря самолетом, вылетающим в Женеву и оттуда в Индию. Канун рождества я провел в Женеве вместе с одним другом нашей семьи, врачом-неврологом, с которым мне уже много раз приходилось встречаться и раньше.

Сесть в самолет «Эр Индия» — значит оказаться в Индии, еще находясь в Швейцарии. Самолет вели индийские пилоты, главным образом парсы¹, обслуживали его индийские бортпроводницы. Как всегда на Востоке, слуг было больше чем нужно, а пища рассчитана на то, чтобы удовлетворить любые религиозные и диетические требования пассажиров. Сообщив о том, что я вегетарианец, я обнаружил, что попал в идеальные условия.

Мы приземлились в Бомбее. Благодаря помощи секретаря Индийской комиссии по атомной энергии, которому было поручено позаботиться обо мне и других иностранных ученых, приезжающих в Бомбей на Всеиндийский научный конгресс, мне удалось очень быстро пройти таможенный и иммигрантский осмотр. Секретарь и я с самого начала почувствовали взаимное расположение; он пригласил меня на берег Юху, чтобы, сидя под пальмами, выпить чаю с ним и его женой. Сердечное отношение, которое я встретил, впервые ступив на индийскую землю, оставалось неизменным на протяжении всего моего пребывания в Индии.

Устроившись в отеле Тадж-Махал, где Восток чарующе сочетается с Западом, я на следующий день присутствовал при закладке нового института атомной энергии, строящегося на военной территории вблизи гавани. В церемонии участвовала интересная группа знатных посетителей, включая самого Неру, который произнес краткую и блестящую речь. Среди гостей был кардинал Индии, высокий человек родом из Гоа, представляющий в Индии древнюю португальскую религиозную традицию. Эту христианскую традицию, так же как и древнюю сирийскую религиозную традицию Юга, иностранцы часто не замечают или придают ей недостаточное значение. На самом же деле португальцы пришли в Индию еще до Великих Моголов². Хотя Гоа сейчас (по крайней мере в тот момент, когда я пишу эту книгу) не входит в состав Индии³, жителей этой страны можно встретить в Индии повсюду, особенно часто в районе Бомбея. Они сами относят себя к корен-

¹Последователи древней персидской религии, живущие сейчас в основном в Бомбее.

²Великие Моголы — правители Индии тюркского происхождения, господствовавшие в стране в XVI–XVIII вв.

³3 декабря 1961 г. Гоа воссоединен с Индией.

ному населению Индии. Мне было приятно видеть офицеров из Гоа в армии и во флоте, и я каждый раз убеждался, что они считают себя настоящими индийцами и окружающим не приходит в голову в этом усомниться.

Меня удивило, что торжественная церемония закладки института происходила на английском языке. Сейчас многие политические деятели Индии упорно стремятся заменить английский язык языком хинди или местными языками, сохранив английское образование для тех, кто хотя бы частично связан с англичанами по крови; тем не менее английский язык до сих пор остается одним из основных языков страны.

Англо-индийская группа в Индии гораздо древнее и значительнее, чем это обычно кажется; но сейчас представители этой группы переживают тяжелое время из-за необходимости стать индийцами и быть принятыми в среду индийцев. По существу же нет сомнений, что для них нет другого будущего.

Женщины англо-индийского происхождения, парсы и христианки из южных районов по очень странной причине охотно служат бортпроводницами: эта работа позволяет им носить европейскую одежду, которая вообще вызывает неодобрение индусов и мусульман.

Для офицеров всех рангов, служащих в армии, в авиации и, в какой-то степени, для всего личного состава флота знание английского языка считается совершенно необходимым. В основном это связано с механизацией современной войны и с тем, что ни в одном из языков Индии нет необходимых технических терминов и соответствующих оборотов; и то и другое эти языки вынуждены широко заимствовать из английского. Английский язык остается языком всех областей индийской науки, и хотя делаются попытки перевести научную литературу на хинди, еще слишком рано судить, насколько они окажутся удачными.

Английское правление длилось в Индии почти так же долго, как до этого правление Великих Моголов, и не прошло бесследно. Естественно, что патристически настроенные индийцы рассматривают свою собственную историю в отрыве от истории английского народа и называют восстание сипаев войной за независимость. Но, несмотря на это, жестокая ненависть к Англии, характерная для первой половины нашего столетия, в значительной степени утихла, и мне даже кажется, что сейчас, когда уважение к Англии перестало восприниматься как раболепство перед чужеземными правителями, к этой стране относятся здесь лучше, чем к другим.

К англичанам, помогавшим Индии перейти на положение независимого государства и оставшимся в стране на тех постах, для которых еще не нашли

подходящих заместителей из индийцев, относятся не только с уважением, но и с любовью. Достаточно сослаться на пример таких людей, как лорд и леди Маунтбеттен, на высших армейских офицеров, оставшихся в Индии по соглашению о выполнении ряда технических работ, и на небольшую группу ученых, возглавляющих научные институты.

То, что я здесь говорю, относится ко всей Индии, но меня особенно поразила роль английского языка на юге. Индийские друзья, отнюдь не принадлежащие к убежденным англофилам, сказали мне, что в Мадрасе 95 процентов населения всех классов понимает и сносно говорит по-английски. Может быть, это связано с тем, что тамильский язык очень труден и не употребляется за пределами области своего распространения, а хинди для человека, говорящего по-тамильски, не менее чужд и труден, чем английский.

В любом районе Индии можно встретить тамилы, отличающихся незаурядными природными способностями и умственной дисциплинированностью; для общения со своими индийскими друзьями, живущими на севере, все они, как правило, пользуются английским языком.

После церемонии закладки института состоялся вечер, на котором главным гостем был Неру, так что у меня была возможность познакомиться с ним и увидеть собственными глазами, с каким огромным уважением и даже благоговением к нему относятся. У Неру вид человека усталого и болезненного, но я слышал, что он обладает неистощимым запасом сил. Индии и ему они еще понадобятся; в возглавляемой им партии Индийский национальный конгресс, кажется, нет ни одного человека хотя бы приблизительно такого же масштаба, на которого он мог бы рассчитывать в качестве помощника.

На следующий день я вылетел самолетом в Ахмадабад¹. Мне предложили поехать в этот город, чтобы принять участие в сессии Индийской академии наук. Здесь всеобщее внимание привлекал лауреат Нобелевской премии физик сэр Ч. В. Раман.

В Ахмадабаде я был личным гостем профессора физики Викрама Сарабхай, который оказался близким другом Балльяртов. Они останавливались у него как раз незадолго до моего приезда. Мадам Сарабхай, известная исполнительница классических индийских танцев, держит труппу танцоров и музыкантов у себя в доме. Я видел, как она выступала с ними в Мексике на празднествах, посвященных четырехсотлетию университета.

¹Город в Индии на севере штата Бомбей.

Так как у нас оказались общие друзья, супруги Сарабхаи относились ко мне, как к члену своей семьи. Меня даже пригласили на традиционный еженедельный обед с участием всех родственников, который состоялся в доме отца Викрама Сарабхаи, одного из крупнейших текстильных промышленников Ахмадабада.

На этом семейном празднике — мне следовало бы сказать на родовом празднике, так как в индийской семье гораздо больше членов, чем в европейской или американской, — я оказался единственным не индусом, и в знак снисхождения к иностранцу мне позволили есть за столом, хотя все остальные ели за небольшим возвышением, сидя прямо на полу.

Может быть, самым интересным из всех собравшихся был дед Викрама по матери, старый индиец, занимавший пост дивана или правителя княжества во многих местных правительствах. Как раз вот такие художавые аскетического вида старики, производящие впечатление невероятного аристократизма, играют важную роль в создании новой Индии. В Ведах¹ четко указано, через какие стадии проходит мужчина, подобающим образом проживший свою жизнь. Если я правильно понял эти предписания, в чем я совсем не уверен, двадцать лет мужчина остается юношей, двадцать лет он должен провести, как солдат (точнее, как деятельный участник битв и споров, происходящих в мире), и двадцать лет — как глава семьи, но семья не в нашем, а в индийском смысле слова. Потом мужчине рекомендуется стать санияси (*sannyasi*), или отшельником, и посвятить несколько оставшихся лет созерцанию божественного и достижению того специфически индийского спасения души, которое называется нирваной. Это единственный способ избежать ряда перевоплощений в животных и новых людей.

В Индии еще существует классический тип санияси; рассказ об одном из таких отшельников есть в сказке Кипплинга «Чудо в Пурун Бхагате» («The Miracle of Purun Bhagat») во «Второй книге джунглей» (*Second Jungle Book*).

Однако чисто созерцательная жизнь этих старцев не может удовлетворить Индию, ставшую хозяйкой своей судьбы; в этой стране еще нужно столько сделать, чтобы разорвать порочный круг бедности, невежества и несчастий, что тут не могут позволить себе роскоши предоставить способным и опытным людям возможность заниматься спасением своей души. Поэтому глубоко религиозное стремление утонченных стариков посвятить себя другому миру преобразилось в готовность бескорыстно служить ну-

¹Веды — собрание древнейших религиозно-литературных памятников Индии, созданных между II и VI тысячелетиями до н. э.

ждам общества всюду, где необходимы опыт и честность и где не может быть речи о личной заинтересованности.

Индийцы очень быстро нашли в своих письменах оправдание для более светского, но столь же тесно связанного с религией образа жизни санияси. Разумеется, это было совершенно необходимо. Ни одна страна не может сделать соответствующее употребление из привнесенных извне стимулов и позаимствованных методов; где-то в своих собственных традициях, в своем собственном духовном укладе должна она найти моральные силы для развития, которое необходимо, чтобы разрешить новые проблемы.

Как и другие современные индийцы, некоторые из этих старцев носят западное платье, но многие держатся за одежду и обычаи своей родины. В старинных костюмах они выглядят удивительно изящно и живописно. Поразительно, с каким благородством может ниспадать простая шерстяная шаль с плеч красивого почтенного старого мудреца, ложась складками, повторяющими линии одежды Будды в одном из храмов Аджанты или Эллары¹.

На семейном обеде у Сарабхаи присутствовали Ч. В. Раман и его жена. Раман — значительная личность сам по себе и одновременно человек, играющий важную роль в создании новой Индии. Он принадлежит к числу южных браминов и отличается тем тонким и глубоким умом, который многие южные брамины получают в дар при рождении. Однако ему свойственны несколько повышенная самоуверенность и решительность, четко показывающие, что он знаком с властью и готов принимать активное участие в жизни. Раман занимается прикладной физикой; он скорее хороший экспериментатор, чем физик-теоретик, что казалось бы более естественным для ученого из Индии.

В Ахмадабаде я прочел две лекции: одну о своих попытках кое-что сделать в квантовой теории, другую о теории прогнозирования. Потом я уехал в Пуну² и побывал в местном университете, возглавляемом одним из тех утонченных индийских старцев, о которых я уже говорил. Кроме того, я посетил Государственную химическую лабораторию. Я видел там студентов, работавших над серьезными проблемами физической химии. Во главе лаборатории стоит Дж. И. Финч, альпинист, прославившийся восхождениями на Эверест (Джомолунгму) и пользующийся исключительной любовью своих подчиненных и вообще всех индийцев.

¹ Храмы и монастыри, высеченные в скалах, украшенные стеной росписью и скульптурой; храмы Аджанты создавались между II в. до н. э. и VII в. н. э., храмы Эллары — между IV и X вв. н. э.

² Город в Западной Индии (штат Бомбей).

Индия в принципе изменила свое отношение к Англии на диаметрально противоположное. Дружественные отношения сложно было установить, пока существовал барьер, разделяющий правителей и их подданных. Правитель вполне мог бы оказаться снобом, а его подданный боялся показаться лизоблюдом, чтобы его не обвинили в приверженности властям ради собственной выгоды. Отделение Индии от Англии весьма поспособствовало развитию настоящей дружбы между двумя этими странами.

Во многом благодаря мудрой и сдержанной тактике Ганди и Неру Англия стала самой популярной западной страной в Индии. Нельзя также забывать о проводимой последними вице-королями Маунтбеттенами умной политике отказа от дальнейшего властвования Британии в Индии и подготовки к новому порядку. Я не могу сказать, что теперь нельзя критиковать ту политику, которую Британия проводила в Индии в прошлом, но не стоит забывать о здоровом осознании того, что подобная критика — неважное убежище для укрытия от жизненных проблем страны в переходном периоде.

После моего возвращения в Бомбей в Индию прибыла советская научная делегация, которая должна была принять участие во Всеиндийском научном конгрессе, открывавшемся в Хайдерабаде. Очевидно, что одной из целью приезда русских была завуалированная пропаганда: индийцам хотели показать сливки советской науки. В целом команда делегации была подобрана хорошо, так как наряду с теми немногими, кто был заинтересован главным образом в политике, там было несколько ученых высокого ранга, которые к политике не имели никакого отношения, а помимо искреннего интереса к науке, обладали еще и прекрасными личностными качествами.

Во время путешествия мне предстояло жить в тех же гостиницах, что и русским. Я должен был с самого начала избрать какую-то определенную линию поведения. Я решил, и, по-моему, совершенно правильно, что любое проявление враждебности было бы ничем не оправдано и не способствовало бы созданию доброй славы Америки в Индии. Подойдя к группе членов делегации, я сказал: «Послушайте, нам предстоит провести вместе несколько недель, и я не хотел бы поставить в неловкое положение ни вас, ни себя. Давайте относиться друг к другу по-дружески и без стеснения беседовать о любых научных вопросах, не связанных ни с техникой, ни с политикой». Мое предложение было с готовностью принято, и за все время пребывания на конгрессе не один из истинных ученых, входивших в состав делегации, не поставил меня в неудобное положение чем-то, что могло бы выглядеть как пропаганда или попытка вытянуть из меня какую-то информацию.

Первоначально русская делегация полностью состояла из ученых. Безусловно, некоторые из них работали в области философии экономики, что, естественно, означало, что они должны были разделять общепринятые марксистские взгляды на эту науку. Остальные делегаты ничем не отличались от обычных ученых, которых можно встретить в любой стране, и, судя по всему, не слишком придерживались какой бы то ни было жесткой партийной линии относительно своих научных проблем.

В начале конференции побеседовать с русскими было совсем несложно. Впоследствии они набрали группу переводчиков и кого-то еще из Бомбейского консульства и из своего посольства в Дели. Эта группа была действительно вполне соизмерима с самой делегацией и состояла из людей, которые произвели как на меня, так и на индийцев далеко не такое приятное впечатление, как сами ученые. Они скорее походили на полицейских, главной целью которых было пасти своих подчиненных, не подпускать их слишком близко к европейцам или американцам во избежание их возможного прозападного влияния и следить за тем, чтобы они не сказали или не услышали чего-либо, что может повредить их правительству.

Ученые, которые свободно беседовали со мной на неплохом английском, под опекой этих фильтров были вынуждены говорить почти исключительно на русском. В результате атмосфера конгресса в целом стала, не сказать, что враждебной, но явно менее свободной и дружелюбной. Всякий раз, когда кто-то из нас вступал в разговор с членом русской делегации, неподалеку на стул садился переводчик, который, если не переводил с русского на английский, то, по крайней мере, прислушивался к каждому сказанному по-английски слову. Время от времени стражи, видимо, давали своим подопечным сигнал о том, что дальнейшая беседа выходит за пределы дозволенного.

Таким образом, русские были склонны держаться поближе друг к другу: они обедали вместе и редко вступали в беседу как с иностранными делегатами, так и с теми индийцами, которые явно не входили в организованную группу поклонников просоветского влияния. Я пишу здесь о том, что я видел, хотя мне сказали, что ближе к концу конференции русские все-таки сумели завязать с несколькими учеными независимые контакты общего характера.

Вскоре после приезда советских ученых мы отправились в Хайдерабад, где всех иностранных делегатов разместили в Хилл Форте, довольно запущенном ветхом дворце, принадлежавшем ранее сыну низама¹. Несколько

¹Низам — титул правителя Хайдерабада.

огромных комнат дворца были превращены в спальни, и в одной из них я жил вместе с двумя известными английскими учеными довольно пожилого возраста. Сначала мы отнеслись друг к другу с недоверием, но потом прекрасно поладили.

Изоляция Хилл Форта больше всего напоминала окружающую обстановку, в которой происходит действие детективных романов Агаты Кристи. Здесь под одной крышей жили и за одним столом обедали и русская делегация и множество других ученых вроде меня. Каждые несколько часов приходили и уходили известные индийские ученые и члены кабинета министров, но за исключением этих посещений мы были совсем одни, и никто из нас не знал ни одного слова по-индийски. Мы уже по горло были сыты тем расколом, в результате которого оказались разделенными на две группы, общение между которыми было сведено к минимуму, и мы, жители Запада, решили, что займем места за столом через стул и тем самым вынудим русских сесть между нами.

Настал день, когда все участники конгресса, кроме русских, заранее заказанным самолетом улетели в Аурангабад и оттуда на автобусе поехали осматривать замечательные пещерные храмы и скульптуры Аджанты и Эллоры. Можно по-разному относиться к тому, что англичане сделали в Индии, но, во всяком случае, они сохранили неприкосновенными ее древние исторические памятники. Придя к власти, индийцы продолжили эту добрую традицию; они оберегают памятники старины и побуждают население изучать великое прошлое своей страны.

Мы провели в Аурангабаде две ночи и утром самолетом вернулись в Хайдерабад. Мы думали, что этим самолетом прилетят русские, которые тоже собирались посетить пещерные храмы. Оказалось, что при вылете в самолете произошло несколько поломок, и они не только отменили полет, но и близко не подходили к самолетам до самого конца пребывания в Индии. Их решение отменить поездку в Аджанту было весьма необдуманным, так как индийцы сбились с ног, чтобы найти в Аурангабаде жилье для русских.

Мы не раз поддразнивали русских, и я должен признать, что они частенько давали повод к таким поддразниваниям. Когда в Хайдерабаде проходила встреча друзей Китая, русские явно старались, чтобы их заметили, но я обнаружил, что ни один из них не знает по-китайски ни одного слова. Я несколько хвастливо показал свое знание китайского языка и посмеялся над тем, что русские не знают такого всемирно важного языка. Более того, я спросил их, почему бы им не нарушить свою шеренгу и не сойтись с китайцами поближе.

Я сделал это, зная, что рекомендация, данная представителем Запада, коим я являлся, вызовет у них решительно негативную оценку. Было совершенно ясно, что русская политика, состоящая в том, чтобы посылать делегатов *en masse*¹, оказалось несостоятельной. Многие делегаты из стран Запада часто общались с индийцами и действительно могли встречаться с ними у них дома.

В конце нашего пребывания в Хайдерабаде нескольких иностранных делегатов пригласили на ряд неофициальных встреч, в которых принимали участие члены хайдерабадского кабинета министров; на некоторых из них они даже были нашими хозяевами. Мы все искренне радовались тому, что в сотрудничестве мусульман и индусов не замечалось и тени религиозной вражды. Нам доставляло огромное удовольствие видеть, что индусский министр завтракает за столом, во главе которого сидит жена министра-мусульманина.

Из Хайдерабада я самолетом вылетел в Мадрас, где меня встретил мой старый друг Виджъярагхаван, с которым я познакомился восемнадцать лет тому назад в Англии; позднее он бывал у нас дома в Америке. В те времена это был худой юноша, скрывающий традиционный хохолок брамина под белоснежным тюрбаном, которым играли мои две маленькие дочки. Виджъярагхаван произвел на них настолько сильное впечатление, что они, кажется, даже назвали одну из своих кукол его именем. В 1952 году Виджъярагхаван был у нас снова, на этот раз без тюрбана, так как у него больше не было хохолка, который надо было прятать. Взрослые Барбара и Пегги относились к нему с таким же обожанием, как в детстве.

В Мадрасе Виджъярагхаван был моим добрым товарищем, хозяином и советчиком; хотя я остановился не у него, а в гостинице, мы целые дни проводили вместе и я даже несколько раз обедал у него дома. Когда я задумывался над тем, что по индусским понятиям я *mle chchha* — пария и что любой брамин прошлого поколения считал бы себя оскверненным одним только моим присутствием во время его трапезы, я понимал, какую честь мне оказывают и как далеко простирается дружеское расположение Виджъярагхавана. На заре мы обычно ходили плавать и наслаждались великолепным прибоем Индийского океана; Виджъярагхаван приводил с собой дочь и маленького внука.

Я прочел лекцию в институте, где работал Виджъярагхаван, и познакомился с несколькими его друзьями, которые мне очень понравились. Дружелюбие и сердечность мадрасской интеллигенции произвели на ме-

¹Массой (франц.).

ня самое приятное впечатление. Моя лекция, прочитанная перед друзьями Виджъярагхавана, была посвящена заводам-автоматам и влиянию, которое они, быть может, окажут на будущее Индии. Мне кажется, что на этой лекции только я был одет в европейскую одежду.

Перед отъездом Виджъярагхаван, взяв с собой мать и дочь, пошел со мной в маленький магазин одежды при одном из храмов в предместье Мадраса Милапуре; там он помог мне выбрать для Пегги великолепное шелковое сари шафранового цвета с темно-красной, затканной золотом отделкой и материал для блузки, которую надевают под сари.

Много раз за время пребывания в Мадрасе мы беседовали на различные научные и личные темы и не раз задумывались о том, какой будет жизнь наших внуков; станет ли мир, в котором им предстоит жить, лучше, исчезнут ли к тому времени, когда они вырастут, религиозные и расовые предрассудки и сможет ли тогда каждый человек встречаться с кем захочет и разговаривать о чем хочет в обстановке, не отравленной человеконенавистничеством.

Из Мадраса я ненадолго уезжал в очаровательный город Бангалор, где снова встречался с Раманом, читал лекции и принимал деятельное участие во всех событиях местной научной жизни. Оттуда в качестве гостя Тата-института я на неделю вернулся в Бомбей. В городе в это время собралось много первоклассных ученых, индийских и иностранных, так что у меня было сколько угодно возможностей учиться и учить и, в частности, сотрудничать со многими молодыми математиками и критиковать их работу.

В Бангалоре моим самым близким другом был профессор Косамби, который мальчиком учился в кембриджской средней школе, в то время как его отец, беженец из Британской Индии, изучал богатое собрание санскритских книг и рукописей, находившееся в библиотеке Гарвардского университета. Может быть, благодаря тому, что Косамби получил начальное образование в Америке, он был немного более бойцом и немного менее невозмутимым ученым, чем большинство его соотечественников. Но он не единственный индеец, вызвавший мое восхищение сочетанием специфически индийского спокойствия с чисто западной деловитостью.

Из бомбейских ученых я встречался с Масани и Чандрасекараном. Масани — парс, и благодаря знакомству с ним я часто виделся с его коллегой парсом Бабой из рода Тата. У меня создалось впечатление, что парсы — одна из самых интересных групп, полностью ставших на сторону новой Индии. Правда, в душе они колебались между патриотизмом и ультраевропеизмом почти так же сильно, как пришельцы с запада, которых они еще во время

господства англичан приняли в свою небольшую общину из сотни тысяч душ.

Пребывание в Бомбее оказалось одним из наиболее плодотворных периодов моего путешествия, и благодаря этому я имел возможность познакомиться индийских коллег со своими самыми новыми работами. Еще перед отъездом в Индию я начал заниматься проблемой прогнозирования многомерных временных рядов, таких, как, например, ряд значений температуры воздуха в двух или нескольких различных пунктах. Эта проблема может быть сведена к аналитической задаче о разложении на множители того, что в математике называется матрицами. Я думал, что уже нашел полное решение, но, когда я поговорил с Масани, он показал мне, что здесь требуется более подробный анализ, чем тот, который имелся у меня, так что мне еще многое нужно было доделать. Живя в Бомбее, я потратил массу сил на то, чтобы разрешить эту проблему, и очень обрадовался, получив хотя бы некоторые окончательные результаты.

Я думаю, что мне удалось достигнуть гораздо большей близости с индийскими математиками, чем я вначале надеялся, главным образом потому, что, находясь в Индии, я упорно работал над новыми задачами, а не только рассказывал об уже сделанных работах. Во всяком случае, я пытался жить в согласии со своим убеждением, что лучший и, пожалуй, единственный способ обучать хорошо подготовленных студентов, занимающихся наукой, — это делать что-то вместе с ними.

Читая в бомбейском клубе Ротари лекцию об отношениях между нациями и расами, я встретил интересную группу бывших студентов МТИ, которые, как мне показалось, принимали самое активное участие в создании новой независимой Индии. Кроме того, я посетил основанный испанскими иезуитами колледж святого Франциска Ксаверия, где группа испанских священников, которых, по-видимому, здесь все очень любили, одинаково дружелюбно относилась к студентам-индусам, парсам и мусульманам. Вообще, я обнаружил, что в Индии церковь — несравненно более свободное и либеральное учреждение, чем, скажем, в Испании, откуда пришли преподаватели этого колледжа.

Из Бомбея я на самолете вылетел в Калькутту, так как мне оказали честь, разрешив поработать одну неделю в Индийском институте статистики, возглавляемом профессором Махаланобисом. Махаланобисы пригласили меня остановиться у них, и я получил большое удовольствие от знакомства со своеобразным укладом жизни индийской семьи. Помести-

ли меня в комнате, где в преклонном возрасте часто жил большой друг Махаланобисов Рабиндранат Тагор.

В институте статистики собралась очень интересная группа индийских и иностранных ученых, и я имел возможность воспользоваться ценными замечаниями профессора Бозе, крупного ученого из Калькуттского университета, по поводу новых физических идей, развиваемых Арманом Зигелем и мною. Я прочел несколько лекций для сотрудников института и с удовольствием принимал участие в обсуждении проводимых в институте исследований.

Занимаясь математикой, я часто обдумывал пришедшие мне в голову соображения, гуляя около соседнего храма, того самого, на фоне которого снят ряд эпизодов из фильма «Река» (*The River*). Эти прогулки доставляли мне особенное удовольствие, так как у меня завязались дружеские отношения с одним из верующих. Это был служащий почты, ежедневно приходивший в храм для молитвы. Он носил бороду и был одет в национальный костюм, в котором чувствовалась щепетильная опрятность индийца. Благодаря ему мне удалось осмотреть внутренние дворы храма, которые до недавнего времени были закрыты для всех, кроме индусов.

Махаланобисы и те приятные люди, которые собирались у них дома, с большой свободой и откровенностью разговаривали со мной о мировой науке и мировой политике. По их совету я осмотрел многие достопримечательности Калькутты, в том числе зоологический сад и музей изобразительных искусств.

После Калькутты я побывал в Бенаресе и потом в Агре. Бенарес пораил меня сходством с какой-то мрачной загадочной страной, Агра со своими дворцами и гробницами, включая и гробницу Тадж-Махал¹, казалась, наоборот, примером того, что можно достигнуть, сочетая королевскую расчётливость с дисциплиной и чувством меры.

Из Агры я уехал в Дели. Там я побывал в замечательном Государственном физическом институте, во главе которого стоит профессор Кришнан, и с удовольствием увидел, что в институте одинаково заботятся о научных успехах и о подборе работников, которые могли бы обеспечить эти успехи. Изучение возможностей использования солнечной энергии, которое здесь проводится, уже начинает приносить плоды и обещает еще большие достижения в будущем. Если в результате этой работы удастся использовать солнечную энергию хотя бы для варки пищи, и то уже будет сделан большой

¹Один из замечательнейших памятников архитектуры Индии — мраморный мавзолей, воздвигнутый в 1631–1645 гг. императором Шах Шаханом в память о своей любимой жене.

вклад в повышение плодородия индийской земли, так как тогда индийцы смогут употреблять коровий помет не в качестве топлива, а в качестве удобрения.

Я выступал с лекциями в институте Кришнана и в университете. В университете я снова говорил на ту же тему, на которую уже прочел популярную лекцию в Милапуре, — о значении заводов-автоматов для будущего Индии.

Пожив в Индии, я задумался о месте, которое предстоит занять этой стране в мировой промышленности и науке. Я уже говорил, что индийские ученые в смысле способностей не уступают ученым любой другой страны. Вместе с тем создать значительный отряд опытных специалистов и младших командиров науки и производства в этой стране очень трудно. Индийские ремесленники, занимающиеся художественным промыслом, достойны самых высоких похвал, но им не хватает точности и единообразия, которые обычно требуются от ремесленников Запада. В Индии была предпринята отважная попытка набрать кадры младших командиров производства непосредственно из армии или из больших новых государственных лабораторий. Государственный физический институт вербует квалифицированных рабочих из сикхов¹; когда-то они считались опорой индийской армии, теперь они показали, что обладают такими же способностями к труду, как и к военному делу. Однако, несмотря на это, условия жизни в стране таковы, что число квалифицированных рабочих до сих пор еще очень невелико.

В толще населения Индии скрыт неисчерпаемый источник неквалифицированной рабочей силы, пригодной лишь для малопродуктивного труда; это создает чрезвычайно благоприятные условия для опустошительной пролетаризации, которая сопровождается здесь еще более страшными бедствиями, чем в Англии в период промышленной революции. Вот почему я сомневаюсь, что Индия возьмет за образец западный путь индустриализации, рассчитанный в основном на массовый фабричный труд. Это один из самых быстрых путей, и он дал бы Индии возможность использовать свое несомненное преимущество, заключающееся в огромном количестве населения. Но я не думаю, что за эти достижения стоит платить человеческими страданиями. Как ни жалок, как ни голоден индийский крестьянин, промышленный город сделает его еще более жалким; он лишит его даже того ничтожного минимума жизненных благ, который при всей бедности обеспечивает крестьянину деревня. Неограниченный рост заводов и фабрик, характерный для девятнадцатого века, уже превратил пригороды больших

¹Воинственная религиозная секта в Индии.

городов в места, где отвратительным образом сочетаются индийский голод и безысходная тоска Манчестера.

Но я вполне допускаю, что в Индии можно избежать тоски и нищеты Манчестера или Чикаго, если на ранней стадии индустриализации ввести в строй заводы-автоматы. Нищета — результат безработицы, но еще больше — результат полнейшего отсутствия каких бы то ни было товаров. Заводы-автоматы создают потребность не в дешевой рабочей силе, а в наиболее квалифицированных ученых-инженерах и небольших группах относительно высоко квалифицированных опытных рабочих аварийных команд и команд надзора. Совершенно очевидно, что за несколько десятилетий Индия может обеспечить достаточное количество тех и других, в то же время в этой стране понадобилось бы почти столетие на то, чтобы создать большое количество достаточно квалифицированных рабочих, которые были бы в состоянии обеспечить себе мало-мальски достойное существование.

Возможно, конечно, что я ошибаюсь. При введении заводов-автоматов быстрый процесс индустриализации протекает в тепличной обстановке, тающей, быть может, большие опасности, чем те, которых она помогает избежать. Насколько это так, я не знаю. Но зато я знаю, что создание новой экономики, основанной на заводах-автоматах, может произойти в Индии быстрее, чем мы думаем, и оказаться самым коротким из всех возможных путей, ведущих к развитию высокопроизводительной промышленности и к процветанию.

Другими словами, я думаю, что Индия не может отказаться от идеи автоматизации без тщательного обдумывания всех последствий такого решения. Мне сказали, что Неру проявил интерес к обсуждению этого пути индустриализации.

Я дописываю последние страницы своей автобиографии в шестьдесят лет; это довольно солидный возраст для ученого-математика. Но я еще работаю, и мне не хотелось бы думать, что все мои достижения уже позади. Некоторые высказанные мной идеи до сих пор помогают развитию техники и физики; поэтому для меня такого рода книга — не более чем предварительный отчет.

Многие ученые с интересом размышляют над вопросом, чему они более обязаны своим вступлением в науку и последующими успехами: унаследованным способностям или влиянию окружающих. В моем случае трудно отделить одно от другого, так как особое окружение в значительной степени и есть то, что я унаследовал.

Я получил от отца не только его гены, но и образование, которое он считал полезным дать мальчику, обладающему как раз теми чертами характера, которые я унаследовал от него. Не будь я похож на отца, я оказался бы неподходящим объектом для избранной им воспитательной системы, а без этого потенциальные возможности, которые я получил от него в наследство, могли так и остаться ни на что не годным достоянием и пропасть впустую.

Одна из особенностей мировоззрения отца и того воспитания, которое он мне дал, заключалась в полном слиянии теории и практики. Мой отец принадлежал к числу филологов, которые считали, что история языков есть не просто биологический рост почти полностью изолированных организмов, а в значительной мере результат взаимодействия различных исторических сил. Он был убежден, что для каждого культурного историка филология — такой же необходимый инструмент, как лопата для археолога. Что же удивительного, что сын человека, который не удовлетворялся формально абстрактным изучением языков, не мог удовлетвориться художественными концепциями математиков, не имеющих контакта с физикой.

Отец по натуре был человеком крайне независимым; как истинный сын своего отца, я тоже всячески настаивал на полной независимости, включая

и независимость от него самого. В основном отец занимался теми исследованиями, которые нравились ему самому, и я с раннего детства привык к тому, что вокруг меня занимаются именно такой работой. Труд отца всегда был строго упорядочен, но он считался только с внутренними запросами своей неустойчивой и чрезвычайно требовательной к себе натуры; предписания других для него не существовали. Я был его сыном, и мне оставалось только последовать его примеру.

Все, что я делал, я делал не по приказу извне, а потому, что мои желания невольно складывались по тому образцу, который был у меня перед глазами, и потому, что мне казалось, что отдельные исследования, которыми я занимался, ведут меня в одном определенном направлении. Моя дисциплинированность была той самодисциплиной, к которой ребенком приучил меня отец.

Дисциплина ученого заключается в том, что он посвящает себя поискам истины. Эта дисциплина порождает желание идти на любые жертвы — будь то жертвы материальные, моральные или даже в крайнем (хотя и не беспрецедентном) случае жертва собственной безопасностью. По большей части это внутренняя дисциплина, которая зависит прежде всего от того, как ученый относится к науке, а не от внешних обстоятельств, в которых протекает его научная работа.

Такого рода дисциплина никоим образом не гарантирует отсутствие ошибок. Но она гарантирует отсутствие настаивания на ошибке, когда уже ясно и отчетливо видно, что это действительно ошибка. Если в теореме имеется какое-то противоречие или если самые большие усилия, на которые вы способны, не могут сделать ваше доказательство полным, отбросьте его.

В этом отрицательная сторона умственной дисциплины. Зато к ней есть положительный коррелят. Какой бы причудливой или необычной ни казалась теорема, если ценой самых больших усилий, на которые вы способны, не удастся обнаружить никаких противоречий, не отказывайтесь от нее. Когда единственный недостаток доказательства — его необычность, пусть у вас достанет смелости принять и его и эту необычность. Нужно иметь храбрость поверить в свои убеждения, иначе самое интересное, что могло прийти вам в голову, у вас из-под носа заберут другие, более отважные духом, но главное — это ведь единственное, ради чего по-настоящему стоит работать.

Я счастлив, что родился до первой мировой войны, когда силы и *élan*¹ ученого мира еще не захлестнуло волнами сорока лет катастроф. Я особенно

¹Здесь: стремления (франц.).

счастлив, что мне не пришлось долгие годы быть одним из винтиков современной научной фабрики, делать, что приказано, работать над задачами, указанными начальством, и использовать свой мозг только *in commendam*¹, как использовали свои лены средневековые рыцари. Думаю, что, родись я в теперешнюю эпоху умственного феодализма, мне удалось бы достигнуть немногого. Я от всего сердца жалею современных молодых ученых, многие из которых, хотя и этого или нет, обречены из-за «духа времени» служить интеллектуальными лакеями или табельщиками, отмечающими время прихода и ухода с работы.

Выиграл я или проиграл от того нестандартного воспитания, которое дал мне отец? Я не знаю, так как в моем распоряжении только одна жизнь. Думаю, что при более обычной и более мягкой системе внутренняя травма, которую я пережил, могла бы быть меньше, но тогда мне не удалось бы приобрести ту научную самостоятельность, которой я обязан раннему контакту с людьми, обладающими ярко выраженной индивидуальностью. Так же, как при другой системе воспитания на моих работах не лежал бы специфический отпечаток, возникший в результате той борьбы за отстаивание своей личности, которую я вел с моим чудовищно энергичным отцом.

Не исключено, что при иной подготовке я тоже чего-нибудь добился бы, но совершенно ясно, что без всякой подготовки и совсем без руководства я вынужден был бы преодолевать очень много препятствий и мне не удалось бы достигнуть того, что я достиг сейчас. Человек, обладающий от природы деятельным и пытливым умом, легко может растратить силы на пустяки, которыми не стоит заниматься. Я чрезвычайно высоко ценю свои ранние знакомства с людьми, обладающими выдающимся интеллектом, и хотя другие связи могли совершенно иным путем привести меня к науке, отсутствие всяких контактов превратило бы меня в беспомощного чудака. Я знаю много случаев, когда относительная бедность научных связей если не оказалась совершенно губительной, то, во всяком случае, нанесла чувствительный урон.

Ученый должен быть в курсе того, что происходит вокруг, иначе его работа не даст настоящих результатов. Он должен жить в мире, где занятие наукой обеспечивает возможность существовать, где есть товарищи, беседуя с которыми можно совершенствовать свои способности.

Вполне вероятно, что 95 процентов оригинальных научных работ принадлежит меньше чем 5 процентам профессиональных ученых, но большая часть из них вообще не была бы написана, если бы остальные 95 процен-

¹На пользу церкви, во славу церкви (средневековая латынь).

тов ученых не содействовали созданию общего достаточно высокого уровня науки. Ведь даже ученые-самоучки платят дань атмосфере бескорыстного горения, созданной нашими университетами, поскольку это есть та конкретная обстановка, в которой протекает их работа.

Нет сомнения, что в настоящее время, особенно в Америке, формально научной деятельностью занимается гораздо больше мужчин и женщин, чем когда-либо раньше. Но это не значит, что околонаучные круги интеллигенции получили соответствующее пополнение. Многие современные американские ученые работают в правительственных лабораториях, где секретность — обычный порядок вещей; все, что они делают, так обдуманно подразделено на отдельные задачи, что никто из них не в состоянии полностью понять значение своей собственной работы. И в правительственных, и в больших промышленных лабораториях настолько хорошо понимают, какую ценность представляют ученые, что их заставляют точно отмечать время прихода и ухода и отчитываться в каждой минуте, которую они тратят на исследовательскую работу. Отпуска сокращены до ничтожного минимума, но зато всемерно поощряются консультации, доклады и посещения других предприятий; при такой системе ученый, в особенности молодой ученый, просто не имеет досуга, чтобы вынашивать свои собственные идеи.

Сейчас наука оплачивается лучше, чем раньше. Поэтому научная карьера начала привлекать людей, думающих прежде всего о деньгах и не способных унизиться до того, чтобы пожертвовать немедленной прибылью ради свободного развития каких-то своих концепций. Тем более, что это скрытое развитие при всей своей важности для будущего обычно не приносит ни цента тем, кто субсидирует науку сейчас.

В деловом мире, может быть, и привыкли к риску, связанному с длительными операциями, но такого рода риск основан на расчете, а вряд ли что-нибудь еще поддается расчету в столь малой степени, как та выгода, которую может принести в будущем новая идея.

Мы живем в эпоху, когда соображения выгоды играют настолько исключительную роль, что подавляют все остальные. Современное общество оценивает стоимость идей в долларах и центах, хотя их ценность гораздо долговечнее ценности денег. Открытие, которое, быть может, только через пятьдесят лет даст что-нибудь практике, почти не имеет шансов оказаться выгодным для тех, кто оплачивал всю работу, проделанную ради того, чтобы оно совершилось; в то же время не стремиться к такого рода открытиям и жить тем, что уже достигнуто, — значит предавать свое собственное будущее и будущее своих детей и внуков.

Научные традиции, как рощи секвойи, могут существовать тысячи лет; древесина, которую мы потребляем сейчас, — результат вложений, сделанных солнцем и дождем много веков тому назад. Прибыль от этих вложений налицо, но какая часть денег и ценных бумаг остается в одних и тех же руках на протяжении хотя бы одного только столетия? Вот почему, измеряя долгую жизнь секвойи денежными единицами, обладающими лишь скоропреходящей ценностью, мы не можем считать секвойю сельскохозяйственной культурой. В мире, связанном стремлением к выгоде, мы вынуждены эксплуатировать рощи секвойи, как шахты, не оставляя будущему ничего, кроме опустошенной земли.

Некоторые научные идеи, возникшие еще во времена Лейбница, т. е. около двухсот пятидесяти лет тому назад, только сейчас нашли применение в промышленности. Может ли какая-нибудь фирма или правительственное учреждение с их вечными заботами о немедленном создании нового оружия охватить такой период времени?

Огромная роща науки должна быть передана на попечение долгоживущим организациям, способным создавать и поддерживать долгоживущие ценности. В прошлом одной из таких организаций была церковь, и хотя сейчас она в какой-то степени лишилась былого величия, в свое время именно ее усилиями были созданы университеты, академии и другие научные учреждения, просуществовавшие уже многие века.

Эти долгоживущие учреждения не могут требовать и не требуют немедленного превращения надежд и идеалов в мелкую разменную монету сегодняшнего дня. Они существуют благодаря вере в то, что совершенствование знаний — благо, которое в конце концов должно принести пользу всему человечеству.

В деловом мире достаточно близко знакомы с проблемой планирования на отдаленное будущее; особенно хорошо знакомы с этой проблемой искушенные в жизненных делах работники страховых агентств. Искусство страхового агента — это искусство оценки риска. Но, вообще говоря, страховые общества имеют дело не только с защитой от возможных бедствий. Одни и те же компании выдают страховые премии и выплачивают ежегодные ренты. Точно так же и при любом планировании надолго вперед приходится предусматривать возможности возникновения исключительных, не поддающихся предвидению благоприятных обстоятельств или исключительных, не поддающихся предвидению катастроф. Один из редкостных даров, который мы не можем не принимать во внимание, если только считать, что род человеческий будет

продолжаться, — это неожиданное появление великих и оригинальных умов.

Политика, при которой дары интеллекта рассматриваются как долгосрочный страховой полис, должна охватывать больший отрезок времени, чем жизнь таких недолговечных институтов, как повседневный бизнес, она должна стать функцией более стабильных учреждений, вроде научных фондов и университетов, которые, по крайней мере, сами рассчитывают на такое же длительное существование.

Хотя это мнение разделяют многие, мне приходится плыть против основного течения нашего времени. Сейчас принято думать, что век одиночек и тем более свободных одиночек для науки уже позади. Большинство администраторов и значительная часть публики считают, что массовой атакой можно достигнуть чего угодно и что такие понятия, как вдохновение и идея, вообще устарели.

Это стремление к массовым атакам психологически совершенно понятно. Ни широкая публика, ни великие администраторы не понимают внутренних процессов развития науки, но те и другие видят, как сильно она влияет на судьбы мира, и боятся ее. И те и другие хотели бы умственно кастрировать ученых, наподобие того, как в византийском государстве кастрировали правительственных чиновников. Более того, великие администраторы, не уверенные в собственных интеллектуальных силах, могут возвыситься, только низведя своих научных подчиненных до собственного уровня.

Предельным случаем большого научного института, позволяющим проверить разумность принципов, положенных в основу таких учреждений, является собрание обезьян, беспорядочно нажимающих клавиши пишущих машинок. Можно предположить, что, работая так в течение многих лет, они переберут почти все возможные комбинации букв алфавита и слов словаря. Но какова реальная ценность такого собрания печатающих мартишек? Рано или поздно они, может быть, напечатают все драмы Шекспира. Будет ли это означать, что с помощью массовой атаки можно создать творения Шекспира? Разумеется, нет, потому что до того, как появятся произведения Шекспира, обезьяны увековечат на бумаге почти весь вздор, какой только можно себе представить.

Лишь после того как из этой писанины будет отброшено все то, что не мог бы написать Шекспир, или по меньшей мере подавляющая часть того, что он не мог бы написать, Шекспир обретет свой настоящий смысл, теоретический или практический. Заявление, что в работах обезьян содержатся

произведения Шекспира, имеет не больше смысла, чем утверждение, что в глыбе мрамора заключена статуя Микеланджело. В конце концов работа Микеланджело — это работа критика: он просто отбил от статуи лишний мрамор, который ее скрывал. Таким образом, на уровне самого высокого творчества процесс созидания представляет собой не что иное, как глубочайший критицизм.

Конечно, большие лаборатории в состоянии сами установить границы своей деятельности. Однако массовая атака работников всех уровней, от самого высокого до самого низкого, вполне может перехлестнуть предел оптимального выполнения; при этих условиях не исключено, что много интересных результатов затеряется в неподдающейся прочтению гряде третьестепенных отчетов. Это весьма распространенный порок современной крупномасштабной науки. Если бы новая теория Эйнштейна появилась в виде правительственного отчета в одной из наших лабораторий-гигантов, много шансов, что ни у кого не хватило бы терпения разобраться в массе материалов, поступающих под той же рубрикой, и дать себе труд понять, что это такое.

При благополучном стечении обстоятельств в больших лабораториях можно сделать много замечательных открытий, при неблагоприятном — это болото, в котором тонут способности и руководителей и сотрудников.

Лично я в обстановке большой лаборатории чувствую себя настолько стесненным, что не в состоянии справиться даже с работой, проводимой в самой лаборатории. Вполне возможно, что это связано с ограниченностью моей собственной природы, но из опыта общения с молодежью я знаю, что этой ограниченностью страдают многие из тех, кому вполне есть что сказать. Я горячо надеюсь, что близорукие соображения удобства администрирования и общий дух времени не помешают оценить эту значительную группу научных работников и не приведут к тому, что ее сбросят со счетов. Если мне самому в течение такого длительного времени удастся выполнять полезную работу, то это происходит, прежде всего, благодаря сердечному отношению руководителей МТИ и тому, что они постоянно защищают меня от неоправданных покушений на мое время и от тех, кто слишком узко представляет себе мои функции.

Проработав тридцать шесть лет в МТИ в обстановке полной свободы и достигнув шестидесятилетнего возраста, я не чувствую, что пережил все свои научные интересы, так же как, надеюсь, и научные достижения. Работа по изучению мозговых волн, в которой я принимал участие, привела к тому, что вот-вот может родиться новый значительный отдел науки.

Точно так же изучение броуновского движения и временных рядов, которым мы занимались вместе с Арманом Зигелем, заставило меня сейчас пересмотреть роль, отведенную в нашем мире причине и случаю. Сколько мне отпущено лет на то, чтобы, если не выполнить всю намеченную работу самому, то хотя бы увидеть, что она сделана, и убедиться, что мои идеи оказались полезны, я не знаю; но даже сейчас я с уверенностью могу сказать, что хотя моя научная карьера началась рано, продолжается она долго.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автокоррелятор, 252
- Автоматизация, 239, 257, 267–272, 289
- в Индии, 304, 307–308
- Агра, 306
- Адамар Чжэнь, 167
- Адамар, Жак, 57–58, 103, 165, 167, 171–173, 176, 290
- Аджанта, 302
- «Акта математика» (*Acta Mathematica*), 125, 276
- Александр, Дж. У., 19, 81
- Альфа-ритм, 277
- Американская телефонно-телеграфная компания, 62, 168
- Американская энциклопедия, 22
- Американский институт в Берлине, 98
- Американское математическое общество, 57, 73, 97, 99, 111, 150, 152, 194, 198–199
- специальная серия монографий, 153
- Американское общество инженеров-механиков, 269
- Американское сообщество в Геттингене, 100
- Ампер, Андре, 279
- Анализ, математический, 20, 33, 150, 152, 164, 280
- Аналоговые вычислительные машины, см. Вычислительные машины, быстродействующие
- Английское Королевское общество, 85
- Английское сообщество в Геттингене, 100
- «Анналы математики» (*Annals of Mathematics*), 125
- Антисемитизм, 183
- Артин, 136
- Асинхронный электродвигатель, см. Переменный и постоянный ток
- Атаксия, 250
- «Атлантик мансли» (*Atlantic Monthly*), 258, 259
- Атомизм, 84, 86–87
- Атомная бомба
- мнение общества, 261–267
- моральные проблемы, 256–267
- теории, 18, 123, 134, 255–265

- «Атомы» (*Les Atomes*), 31
- Аурангабад, 302
- Ахмадабад, 297–299
- Ацтеки, 247
- Ашкеназическая и сефардическая культура, 130
- Аэродинамика, 29
- Баба, 304
- Баллистические расчеты, 195, 222
- Балльярта, Мануэль Сандоваль, 78, 96, 146–147, 177, 237, 240, 242, 297
- Балльярта, Мария Луиза, 177, 242
- Банах, Стефан, 50–51
- Бангалор, 304
- Барнетт, Ирвинг, 27, 28, 150
- Бенарес, 306
- Бергер, Ганс, 277
- Берлинг, 275
- Берлинский технологический институт, 37
- Бернар, Клод, 253
- Беспорядки в Чехословакии, 178
- Библиотека Гумбольдта, 11
- Биглоу, Джулиан, 210–212, 215, 220
- Бизонетт, мистер и миссис, 139
- Бирвирт, профессор, 38
- Биркоф, Дж. Д., 20–21, 32–33, 73, 97, 98, 100, 111, 122, 187, 244
- Бит, 234
- Блейк, Джон, 293
- Блейк, Пегги Винер, 110, 125, 127–129, 137, 152, 156, 158, 161–162, 166, 169, 179, 192, 289, 291, 293, 303–304
- Бляшке, Вильгельм, 135
- Боде, Торрес, 243
- Бозе, профессор, 306
- Больцман, Людвиг, 281
- Большой, Янош, 42
- Бомбей, 304–305
- Бомбейский клуб Ротари, 305
- Бор, Нильс, 89–90, 104–105, 264
- Бор, Харальд, 79, 103–105, 114, 275
- Борн, Макс, 92–93, 96
- Бостонский университет, 94, 289
- Броуновский университет, 112, 124
- Броуновское движение, 29–32, 54, 61, 67, 80, 94, 155, 250, 279, 316
- Булиган, Г., 78–81, 277, 290
- «Бурбаки», 275, 276
- Буш, Венивар, 96–97, 114, 117–122, 154, 163, 199–201, 203, 207, 209, 255, 279
- «Бывший вундеркинд» (*Ex-prodigy*), 10, 74, 292
- Бэббидж, Чарльз, 117, 231
- Бэйпин, 159–174
- Бэйпинский объединенный медицинский колледж, 171
- Бюро стандартов, 120, 259
- Вариационное исчисление, 28, 212

- Веблен, Освальд, 19, 33, 97, 151, 197 — *исследовательская деятельность, см. также* Данные для управления противозвушной артиллерией; Автоматизация; Мозговые волны; Броуновское движение; Клонический тремор; Вычислительные машины, быстродействующие; Кибернетика; Механизмы обратной связи; Гармонический анализ; Медицинский факультет Гарвардского университета; Интеграл Лебега; Главная массачусетская больница; Нервная система; Статистическая теория и механика
- Вейль, Герман, 151, 153, 166
- Векторное исчисление, теория, 49–50, 54
- Верн, Жюль, 235
- Вероятность и статистика, теории, 15, 25, 27–28, 123, 125, 223–226, 280, *см. также* Интеграл Лебега; Метод Монте-Карло
- Вестингауз кампани, 56, 63–64
- Виджъярагхаван, 303–304
- Винер, Барбара, *см.* Рейзбек, Барбара Винер
- Винер, Берта, 24, 76–77, 80, 81, 101, 126
- Винер, Констанс, 24, 76–77, 106 — во время второй мировой войны, 195–239
- Винер, Лео, 10, 18, 21, 22, 24, 34, 38–39, 45, 68, 73, 76–77, 98, 101–102, 109, 110, 142–143, 156, 183, 191 — во время первой мировой войны, 18, 22
- влияние на Норберта, 10–14, 309–310 — по квазианалитическим функциям, 165
- интеллектуальные интересы, 37–38 — по теории простых чисел и тауберовым теоремам, 103–105
- репутация в Гарварде, 37–38 — с Булиганом по теории потенциала, 78–79
- юность и образование, 36–37 — с Джексонсом в МТИ, 61
- Винер, Маргарет Энгманн (миссис Норберт Винер), 72–75, 95, 97, 99–102, 104–109, 125, 126, 129, 136–139, 142, 158, 166, 172–173, 175–177, 179, 180, 183, 192, 194, 254, 279, 289–292 — с Филлипсом по теории потенциала, 77–78
- Винер, Норберт, 10 — с Фреше, 50, 54–55
- с Розенблотом по физиологии и кибернетике, 248–252
- *комментарии по поводу*

- войн, настоящих и прошлых, 260–261
- воспитания детей, 192–193
- доступности для консультаций, 288
- зарплат на факультете, 112–113, 180
- интеллектуальной и моральной ответственности современных ученых, 265–267, 310–315
- летнего отпуска преподавателей, 109
- математической эстетики, 51–54
- научной фантастики, 138, 235
- немецкой научной традиции, 38
- необходимости взаимопонимания Востока и Запада, 294
- отношения общества к ученым, 267
- простого студенческого трепя, 235
- разницы между математиками и инженерами, 231–232
- секретарей и диктовки, 287
- современной медицинской теории, 253–254
- современных ученых и инженеров, 235–236
- соперничества математиков, 71–72, 75
- университетских профессоров, изоляции от остального мира, 113
- университетской жизни во Франции, Германии и Англии, 57
- чтения лекций, 288
- путешествия, см. Геттинген; Индия; Италия; Китай; Кембридж; Копенгаген; Мадрид; Международный математический конгресс; Мексика; Страсбург; Япония
- Гарвардские лекции, связанные с работой Уайтхеда, 19
- МТИ, назначение и продвижение, 22, 122
- детство и юность, 10–12
- изобретения, 115–116, 130
- как писатель, 176
- книги, прочитанные в детстве, 11
- колледж и научные степени, 13
- лекции по интегралу Фурье, прочитанные в Кембриджском университете, 135
- лекции, прочитанные в Броуновском университете, 124
- мотивация к изучению математики, 74
- начало семейной жизни, 72–75, 100–102
- операции на глазах, 286
- осознание еврейского происхождения, 13

- первое удовольствие от математики, полученное благодаря Харди, 15
- первые задачи теории вероятностей, 27–28
- полемика с Бором по поводу «почти периодических функций», 79
- помогает ученым, вынужденным бежать из Европы, 150–151, 182, 186, 196
- психоанализ, 184–186
- реакция на парижскую жизнь, 47–48
- свадьба и медовый месяц, 97–103
- современные рабочие привычки, 286–287
- спор с Келлоггом по поводу теории потенциала, 68–72
- эксперименты в области топологии, 19
- Винер, Пегги, *см.* Блейк, Пегги Винер
- Винер, Фриц, 77
- Винер, миссис Лео, 12, 24, 101, 109, 142
- Военная философия, 260
- Военно-воздушные силы, США, 271
- Военные расходы, 255–256, 264–265
- Восстание сипаев, 296
- Временные ряды, 250, 305, 316
- Всеиндийский научный конгресс, 293, 295, 300
- «Вторая книга джунглей» (*Second Jungle Book*) (Киплинг), 298
- Вулич, 57
- Высшая школа инженеров связи, 290
- Вычислительные лаборатории, 215–217
- Вычислительные машины, быстродействующие, 117–119, 153–154, 196, 200–204, 206, 209–211, 231–234, 252–253, 257, 258, 267, 274, 282, 289
- аналоговые и цифровые, 118–119, 163, 201–206
- аналоговые и цифровые, *см. также* Дифференциальный анализатор Буша
- Ган, Отто, 136
- Ган, Поль, 253
- Гандара, Наполес, 243
- Ганди, 300
- Гарвардская библиотека, 143, 191, 304
- Гарвардская обсерватория, 177
- Гарвардский математический клуб, 23
- Гарвардский университет, 10, 13, 14, 18, 19, 22–23, 37–40, 47, 48, 56, 61, 68, 72, 112, 114, 122, 135–136, 142, 183, 191, 231, 244, 249, 258–259
- Гармонический анализ, 65–67, 79,

- 81, 83, 90–91, 99, 105, 120, 125, 164, 187, 229, 250–251, 273, 276, 280
- оптический вычислительный прибор для, 96
- Гато, М., 28, 55
- Гаусс, Карл, 43
- Гвадалахара, 246–247
- Гедель, 136, 281
- Гейзенберг, Вернер, 92–93, 211
- Гельдер, 187
- Геодезическая служба в Гренландии, 105
- Геометрия Евклида, 42, 44
- «Герман и К^о», 274, 294
- Гертон-колледж, 131
- Геттинген, 14, 17, 39, 81–83, 90–92, 95, 96, 98–104, 107, 111, 140, 150
- Гиббс, Джозайя Уиллард, 16, 26–27, 30, 32, 61, 89, 122, 187, 222–223, 226, 280, 281
- Гидродинамика, 80
- Гильберт, Давид, 17, 82–83, 93, 151, 166
- Гильбреты, 270
- Гитлер, *см.* Нацисты и нацизм
- Главная массачусетская больница, 251, 277
- Гомеостатические процессы, 253
- Гоминьдан, 189
- Государственная академия наук, 151
- Государственная физическая лаборатория (Англия), 274
- Государственная химическая лаборатория (Индия), 299
- Государственный институт кардиологии, 240, 245–246, 248, 279, 290
- Государственный физический институт (Индия), 306–307
- Греческая геометрия, 42
- Гринхил, сэр Джордж, 57
- «Даблди и К» (Doubleday and Company), 291
- Дабо, 45, 55
- Дагсбург, *см.* Дабо
- Даниель, П. Дж., 29, 77
- Данные для управления противовоздушной артиллерией, 22, 124, 208–209, 216–218, 221, 226–227, 282
- Дарвин, Чарльз, 11
- Дартмутский колледж, 198, 199
- Двоичная система счисления, *см.* Счисление
- Де ла Валле-Пуссен, 103
- «Дейли Уоркер» (*Daily Worker*), 178
- Дели, университет, 307
- Дело Сакко и Ванцетти, 114
- Дело об обрядах, 175
- Детерминизм, 26, 89, 92, *см. также* Ньютон и физика Ньютона
- Джексон, Дагальд К., 61–62, 66

- Дженерал электрик кампани, 22, 63–64
- «Джон Уайли и сыновья» (John Wiley and Sons), 287
- Джонсоны, Мартин и Оса, 59
- Джордж, Клэр, 108
- Диксон, Леонард Юджин, 56
- Дирак, Поль, 93
- Дифференциальные уравнения и геометрия, 107, 118, 123–124, 132
- и атомная бомба, 256
- Дифференциальный анализатор Буша, 117–118, 209
- Диэлектрическое сопротивление, 70
- «Добытчики золота» («The Gold-Makers»), 138
- Дойч, Карл, 9
- «Доклады» Академии наук СССР, 227
- Дрейк, сэр Фрэнсис, 132
- Дрейфус, миссис, 172
- Дробовой эффект, электронный, 32, 229
- Друзья Китая, 192, 302
- Дрю, университет, 289
- Дуглас, Джесси, 180–181
- Дюфез, М., 291
- Европейский колониализм, 264
- Естественная история Кингзпли, 11
- Жане, Пьер, 11, 184
- Железное легкое, 250
- Женевская кантональная больница, 292
- Жордан, Камил, 57
- Заводские рабочие, *см.* Рабочие и работодатели
- Заремба, 71, 78
- Зигель, Арман, 9, 94, 306, 316
- Значение физики для математики, 26, 30
- Излучение звезд, 123
- Изотопы урана, 255–256
- Изучение времени, *см.* Изучение движения
- Изучение движения, 270
- Икехара, Шикао, 114, 116, 155, 158–159
- Иллинойский технологический институт, 135, 151
- Ингем, 99–100, 197
- Индетерминизм, 89, 92, *см. также* Детерминизм; Вероятность и статистика
- Индийская академия наук, 297
- Индийская комиссия и институт по атомной энергии, 295
- Индийский институт статистики, 305
- Индийский национальный конгресс, 297
- Индия, 292–308

- Инстинкт к разрушению, человеческий, 260
 Институт Карнеги в Вашингтоне, 96
 Институт Райс, 29
 Институт перспективных исследований, 151, 152
 Интеграл Лебега, 15–16, 26, 28–32, 66, 78–79, 122
 Интерферометр, 251–252
 Иокогама, 158–159
 Иошида, 159
 Испания под гнетом диктатуры Франко, 178
 Испанская Армада, 132
 Испанские иезуиты в Индии, 305
 Испанские лоялисты, 190
 Испытательный полигон в Абердине, 22, 68
 Италия, 102
 Йельский университет, 26, 61
 Йенчинский университет, 161–162
 Йессен, 275
 Каир, 176
 Какутани, 159, 197
 Калифорнийский университет, 258–259
 Кальвин, Джон, 246
 Калькутта, 305–306
 Калькуттский университет, 306
 Камерон, Роберт, 154–155
 Кампен, Е. Р. ван, 188
 Канзасский университет, 56
 Кантианская теория пространства, 44
 Капица, П. Л., 133
 Кардинал Индии, 295
 Карлман, 275–276
 Картрайт, мисс, 131–132
 Кауэры, мистер и миссис Рихард, 122
 Квазианалитические функции, 164, 165
 Квантовая механика и теория, 44, 83, 89–90, 92–94, 107, 299
 — предпосылки, 83–89
 Квантовая теория атома, 93
 Кебе, 137
 Кейтон, Ричард, 277
 Келлог, О. Д., 68, 71–73
 Кембриджский университет, 14, 17, 39–40, 47–48, 57, 99, 126, 128–134, 149, 155, 197, 274, *см. также* Тринити-колледж
 Кембриджское университетское издательство (Cambridge University Press), 135
 Кембриджское философское общество (англ.), 137, 138
 Керенский, Александр, 39
 Кибернетика, 234, 238–239, 267, 283–285, 287, 290, *см. также* «Кибернетика»

- «Кибернетика», 274–275, 279, 282, 285–286
— публикация, 287–288
Кильский университет, 103, 104
Кинетическая теория газов, 87–88, 187
Киркегор, Серен, 281, 285
Китай, 159–175, 293
Клейн, Феликс, 22, 23, 82–83, 98
Клонический тремор, 240–242, 249
Кляйн, 99–101, 110, 150
Книги математической серии, выпускаемой немецким издательством Шпрингера, 221
Кодирование и декодирование сообщений, 154, 207–208, 263
Кокрофт, 133
Колдуэлл, профессор, 209
Колебания и волны, *см.* Ряды и интеграл Фурье
Колеблющиеся системы, теория, 64–65, 90, 164
Колледж святого Франциска Ксаверия (Бомбей), 305
«Коллеж де Франс», 289
Колмогоров, 125, 227–228, 282
Колумбийский университет, 18, 19, 41, 187, 255
Коммунизм, *см. также* СССР, 188–191, 247
— английский, 178
— китайский, 189
Комптон, Карл Тэйлор, 120–122, 180, 188
Конгресс, США, 264
Консолидейтид Эдисон кампани, 63
Конструкционализм, 42–45
Конфуцианская традиция, 170–171
Копенгагенский университет, 104
Корейская война, 175
Корлисс, Джанет, 108
Корлисс, мистер и миссис Луис, 108
Корнельский университет, 13
Корпорация IBM, 205–206, 210
Косамби, профессор, 304
Крамер, 55, 227
Кристи, Агата, 302
Кришнан, профессор, 306
Крюгер, Ивар, 113
Ку, декан, 156, 174
Ку-клукс-кланизм, 190
Купмен, Бернард, 32, 187
Курант, Рихард, 82, 93, 98, 100–182
Кэннон, Уолтер, 147, 191, 220, 253
«Ла Турен», 45–47, 55, 58
Лаборатория питания в Мехико, 244
Лаборатория телефонной компании Белла, 114–116, 154, 198, 216, 228, 289
Лагранж, Жозеф, 187
Ландау, Эдмунд, 17, 116
Лаплас, Пьер, 187

- Лазннек, Рене, 246
 Леви, Поль, 33, 54, 77, 227, 276
 Левинсон, Норман, 155, 182–221
 Лейбниц, 28, 69, 85–87, 284, 313
 Лейкемия, 253–254
 Лейпцигский университет, 80, 137
 Леметр, каноник, 177
 Лефшец, Соломон, 56
 Ли, д-р Юк Винг, 114–116, 122, 155–156, 159–161, 163, 166, 168, 172, 188, 237–239, 252
 Ли, миссис Юк Винг, 160–161, 188
 Лидский университет, 99
 Лист Мебиуса, 19
 Литлвуд, Дж. Е., 16–17, 99, 131–132, 144
 Лихтенштейн, Леон, 80–81, 137, 141, 149, 181, 187
 Лихтенштейн, миссис Леон, 81
 Лобачевский, Николай, 42
 Лондон, университет, 274
 Лоренс, Д. Г., 133
 Лос-Аламос, 265
 Лоуэлл, Эббот Лоуренс, 48, 191
 Лысенко, 178
 Мадрас, 297, 303–304
 Мадрид, 291–292
 Майкельсон, Альберт, 89, 251–252
 Макенхупт, Карл, 114
 Маклорен, Ричард, 120, 121
 Максвелл, Клерк, 87–89, 187, 281
 Максимилиан, 242
 Мандельбройт, Солем, 165, 173, 176, 275–276, 289
 Манхэттенский проект, 255–256, 260
 Манчестер, университет, 274
 Маркони, Гульельмо, 62
 Мартин, У. Т., 154–155
 Масани, 304
 Масарик, Томаш, 39, 136–137
 Массачусетский технологический институт, 10, 22–24, 56, 61, 76, 78, 95, 107, 109, 111, 112, 114, 120–122, 134, 144, 147, 150, 153–155, 178–182, 195, 196, 199, 209, 224, 237, 239, 243, 248–249, 251, 252, 258, 274, 277, 286, 289, 305, 315
 — администрация Комптона, 120–122
 Математическая эстетика, 51–54, 173
 Математические символы, понятные только тому математику, который ими оперирует, 74, *см. также* Математическая эстетика
 Математический институт (Гамбург), 136
 Маунтбеттены, лорд и леди, 297, 300
 Махаланобисы, семья, 305–306
 Машина «Холлерит», 205
 Медицинский факультет Гарвардского университета, 147–148, 220, 249, 251

- Международное научное сотрудничество, 264
- Международный математический конгресс
- 1920 г. (Страсбург), 40–41, 45, 56–60
 - 1924 и 1928 гг., 126
 - 1932 г. (Цюрих), 140–141
 - 1936 г. (Осло), 173–176
 - Кембридж (Массачусетс), 291
- Мей, ректор, 156
- Мейлин, Генри, 155
- Мексика, 240–254, 274, 278, 285–286, 292, 294
- Мексиканское математическое общество, 240, 246–247
- Менгер, Карл, 135, 136, 151
- Мера, теории, *см.* Вероятность и статистика, теории
- Метеорология, 225–226
- Метод Монте-Карло, 206–207
- Механизмы обратной связи, 164, 221, 230, 233–234, 252, *см. также* Кибернетика; Статистическая теория и механика
- в нервной и нейромускульной системах, 240, 252, 278
 - отрицательной, 218–220, 253
 - при диктовке, 287
- Мехико, университет, 243
- Мехия, генерал, 242
- Микеланджело, 315
- Микроскоп Левенгука, 84–85
- Милапур, 307
- Миллюков, Павел, 39
- Министерство морского флота, 258
- Миннесотский университет, 155
- Мировая война, вторая, 132, 135, 190, 193–239, 255, 260–263, 271, 294
- Мировая война, первая, 18–19, 38, 39, 58–59, 98, 128, 132, 149, 194, 195, 208, 271, 294, 310
- Миссурийский университет, 37
- Мнимые числа, теория, 64
- Мозговые волны и статистическая теория, 250–253, 277–278, 315
- «Мой друг мистер Ликей» (*My friend Mr. Leakey*), 178
- Монтемар, генерал, 242
- Морзе, профессор, 152
- Морисон, д-р Роберт, 249
- Морли, Эдвард Уильямс, 89
- Моррис, Уильям, 269
- Музей Центральной школы искусств и ремесел, 48
- Музыкальное обозначение, 90–91
- Мур, 24
- Мурнаган, профессор, 246–247
- Мусцио, д-р и миссис Бернар, 47, 55
- Мэн, университет штата, 21
- Мюнхен, 193
- Нанкаго, университет, 275

- Нанкин, 174
- Нанси, университет, 273, 275–276, 291
- Нацисты и нацизм, 98, 100, 135, 137, 149, 151, 160, 181, 183, 189, 190, 195, 196, 256, 261, 264
- Небесная механика, 187
- Неевклидова геометрия, 43
- Нейман, Джон фон, 32, 93, 151, 166, 182, 187, 210, 225
- Нейрофизиология, *см.* Мозговые волны; Медицинский факультет Гарвардского университета; Нервная система
- Немецкая лига содействия развитию науки, 103
- Немецкий университет в Праге, 135, 136
- Нервная система и связь, 232–234, 248–250, 252–253, 278, 281, *см. также* Механизмы обратной связи
- Нервный спайк, теория, 249
- Нерлунд, профессор и миссис, 105
- Неру, Джавахарлал, 295, 297, 300, 308
- Нетер, Эмми, 140, 150
- Ни, семья, 161
- Никольс, Эрнест, 120
- Нобелевская премия, 92
- «Нью-Йорк Таймс», 134
- Ньютон и физика Ньютона, 20, 26, 28, 92, 222, 224, 232, 284
- Обобщенное интегрирование, теория, 150
- Обучение, 253
- «Общество по борьбе за передовые методы управления», 268
- Огни святого Эльма, 70
- Оксфордский университет, 14, 40, 47, 57, 98, 132–133, 277
- Ольбера, 245
- Оннес, Камерлинг, 134
- Операторы, теория, 209
- Ороско, Хосе, 247
- Осакский университет, 158–159
- Осгуд, В. Ф., 22–23
- Осреднение по множеству кривых, теории, *см.* Интеграл Лебега
- Островский, 275
- Отель «Империаль» (Токио), 158
- Отель Мерри Хил, 97
- Отель Тадж-Махал (Бомбей), 295
- Относительность, теория, 18, 44, 89, 94, 244
- Пальмьери, отец, 39
- Память, 234, 253
- общества, 283
- Партия вигов (Англия), 85
- Пастер, Луи, 172
- Патенты и изобретения
- в Англии, 130–131

- в США, 115, 168, 232
- Паули, Вольфганг, 93
- Пейли, 131, 139–141, 143–146, 149, 153, 164–165, 273
- Пенсильванский университет, 99, 150
- Переключающие устройства, 153, 228, 231, 233
- люди как, 257
- Переменный и постоянный ток, 63–64
- Перрен, Жан Батист, 31
- Пирл-Харбор, 237
- «Пирсонс Лайбрери» (*Pearson's*), 137
- Питтсбургский университет, 56
- Пифагор, 65, 90
- Планк, Макс, 83, 89
- Планшерель, 66, 275
- Познание, теория, 284
- Политехническая школа, 54
- Поля, 150, 157
- Понятие количества по Шеннону–Винеру, 229
- Постулат о параллельности, 42–43
- Постулатионизм, 20, 42–45
- «Почти периодические функции», 79, 114
- Премия Боше, 152, 155, 180
- «Преобразования Фурье в комплексной области» (*Fourier Transforms in the Complex Domain*), 153
- «Привидения» (Ибсен), 97
- Принстонский университет, 23, 56, 57, 71, 81, 120, 122, 135–136, 151, 163, 234, 258, *см. также* Институт перспективных исследований
- «Принципы математики» (*Principia Mathematica*), 42, 43
- «Природа» (*Nature*), 111
- Проблемы безопасности, США, 262–263, 268
- Прогнозирование, теория, 123, 209, 211–214, 216–218, 227–228, 255, 258, 267, 279, 282, 299, 305
- Промышленная революция, 269
- Пространство Банаха–Винера, теория, 50, 54, 79
- Пространство, координатное представление, 49
- Профсоюз автомобильных рабочих, 268
- Пуанкаре, Анри, 20, 33, 166
- Пульсирующие напряжения и токи, теория, 62–63
- Пуна, 299
- «Путешествия Гулливера», 86
- Работа и безработица, 257, *см. также* Рабочие и работодатели, 270–271
- Работодатели, *см.* Рабочие и работодатели

- Рабочие и работодатели, 239, 257, 268–272
 — в Индии, 306–308
- Радиоактивные изотопы, *см.* Изотопы урана
- Радиовещание и радиотелефония, 62, 229, *см. также* Электросвязь
- Радиолокатор, 196, 214–215, 218, 271
- Радклиффский колледж, 24, 192, 289
- Радмахер, 150
- Райт, Франк Ллойд, 158
- Раман, леди, 299
- Раман, сэр Ч. В., 297, 299, 304
- Рамос, Гарсия, 244
- Раса майя, 204
- Расовые взаимоотношения, между-народные, 262, 264–265, 305
- Рассел, Бертран, 14, 17, 19, 41–44, 131–281
- Расщепление атома, 133
- Рейзбек, Барбара Винаер, 110, 126, 129, 137, 152, 156, 158, 161–162, 166, 179, 192–193, 278, 289, 303
- Рейзбек, Гордон, 289
- Рейтер, Уолтер, 268
- «Река» (*The River*), 306
- «Ремингтон Ренд Инкорпорейшн», 269
- Рену, отец, 174–175
- Ривера, Диего, 245–246
- Рикши, 166–167
- Риман, Георг, 103
- Римская католическая церковь, 313
- Ричардсон, Р. Дж. Д., 112, 124
- Розенберги, Джулиус и Этель, 262
- Розенблют, Артуро, 147–148, 220, 234, 240–242, 244–252, 254, 277, 279, 282, 285, 292
- Ройс, Джосайя, 43
- Рокфеллеровский институт, 216
- Ряды и интеграл Фурье, 34, 65–66, 114, 120, 135, 144, 153, 155
- СССР, 59, 134, 173, 195, 300–303, *см. также* Коммунизм
- и США, 261–262, 264
- Саккери, 42
- Сальпетриер, 11
- Санияси, 298–299
- Сарабхаи, Викрам, 297, 299
- Сарабхаи, мадам Викрам, 297
- Сартр, Жан Поль, 290
- Сасло, Самюэль, 155
- Сасы, мистер и миссис, 150
- Свифт, Джонатан, 84–86
- Сеге, 150, 157
- Секреты, военные, *см.* Проблемы безопасности, США
- Семья Маргэнов, 242
- Сервет, 246
- Силард, Лео, 182, 264
- Синапсы, 233, 249
- Синусоиды, 65
- Сионизм, 151

- Сиракузский университет, 154
- Системы управления огнем, 208–209, 230, *см. также* Данные для управления противовоздушной артиллерией
- Сказки Андерсена, 105
- Сканирование, 118, 200
- Следящие системы, 218, 230, 234, 239, *см. также* Кибернетика; Приборы с обратной связью
- Слежение, цель, 218
- Служба науки (Science Service), 289
- Смит-колледж, 76
- Смолуховский, 31
- Солнечная энергия, 306
- Соображения выгоды, 312
- Сотрудничество математиков, 173
- Союзы, *см.* Рабочие и работодатели
- Сперматозоиды, 85
- Статистическая теория и механика, 16, 26, 30, 89, 212–213, 221, 228
- нервных импульсов, 249
- электросвязи, 238, 282, *см. также* Мозговые волны; Вероятность и статистика, теории; Квантовая теория
- Стоун, 197
- Страсбург, 40, 45, 48–49, 56–58, 76, 105
- Стройк, Дирк Ян, 107–108, 114, 243
- «Стрэнд» (*The Strand*), 137
- Стрэттон, Уэсли, 120
- Стэнфордский университет, 150, 157
- Суэцкий канал, 176
- Счисление, 198–199
- Тагор, Рабиндранат, 306
- Тадж-Махал, 306
- Тайлер, Х. У., 24
- Тамаркин, Я. Д., 111–112, 124–125, 153
- Таско, 286
- Тата-институт, 304–305
- Тауберовы теоремы, 99, 103, 180
- Тафтс-колледж, 13, 289
- Тейлор, Джеймс, 56, 58
- Тейлор, Фредерик У., 270
- Тейлор, сэр Джефри, 29, 33
- «Текнолоджи пресс» (МТИ) [Technology Press], 287
- Телевидение, 62, 118–119, 214–215, 229–230
- Телефон и телефонная связь, 62, 64, 154, 198, 214, 229–230, 271
- Теория
- атома водорода, 89–90
- групп, 50
- информации, 280, 282
- «Теория неведения» («The Theory of Ignorance»), 281
- организации, 274, 280, *см. также* Теория связи; Кибернетика
- основанная на представлении о

- непрерывности мира и материи, см. Атомизм
- потенциала, 68–71, 77–78, 81, см. также Интеграл Лебега
- простых чисел, 116–117
- процессов непрерывного спектра, см. Гармонический анализ
- связи, 226, 228–231, 274, см. также Кибернетика, 279–284
- — в Англии, 274
- — в животных, 282
- управления, см. Теория связи; Кибернетика
- чисел, 103–104
- электрических цепей, 120, 122, 144, 163–165, 204
- эфира, 88–89
- Теория информации, 153–154
- Тепловая смерть, 281, 284
- Термодинамика, второй закон, 281, 284
- Тесла, Никола, 63
- Токийский университет, 158
- Топология, 19, 33, 41
- Траектории, вычисления, 132
- Триггерные схемы, 204–205, 233
- Тринити-колледж (Англия), 130, 132, 138, см. также Кембриджский университет
- «Труды Государственной академии наук» (*Proceedings of the National Academy of Sciences*), 61
- «Труды Лондонского математического общества» (*Proceedings of the London Mathematical Society*), 29
- «Труды» (*Comptes Rendus*), см. Французская академия наук
- Турбулентность, теория, 29
- Тьюринг, 274
- Уайльдс, К. С., 188
- Уайтхед, Альфред Норт, 19, 41–43, 47
- Уайтхед, Джесси, 47, 130
- Уивер, Уоррен, 216, 248
- Уилсон, Э. Б., 61
- Уинтнер, Аурил, 187
- Уиснер, д-р Джером, 249
- Университет Джона Хопкинса, 246
- Университет Нотр-Дам, 135, 151
- Университет Цинь-Хуа, 156, 161–163, 165, 167, 174
- Университетский колледж (Лондон), 273
- Уолтер, Грей, 277–278
- Уолтон, 133
- Уолш, Джо, 56
- Уорчестерский фонд экспериментальной биологии, 289
- Управляемые снаряды, 258
- Уравнения Винера–Хопфа, 123, 213
- Ученые, военная мобилизация, 199–200
- Уэллс, Г. Дж., 177, 235

- Фарнсворт, Дана Л., 9
- Фашизм, 141, 175, 190, 195, 247
- Федеральный технологический институт (Цюрих), 140
- Ферми, Энрико, 182, 264
- Физика низких температур, 134
- Филлипс, Хенри Бэйярд, 26, 78, 113
- Философия науки, 284
- Финч, Дж. И., 299
- Фон Мизес, 136, 182
- Фонд Мейси, 248
- Фонд Рокфеллера, 98, 151, 248
- Фонд и стипендии Гуттенхейма, 82, 98, 151, 244
- Форрест, Мюррей, 56
- Форт Монроу, Виргиния, 216
- Франк, Филипп, 135
- Франклин, Филипп, 68
- Французская академия наук, 65
- «Труды» (*Comptes Rendus*), 78, 79, 227
- Фреге, Г., 45
- Фрейд и фрейдисты, 184–186
- Фрейман, 274–275, 277, 279, 286, 287, 290, 294
- Фреше, Морис, 33, 41, 45–50, 54–55, 290
- общая теория перехода к пределу и дифференцирования, 50
- Фудживара, профессор, 175
- Фукс, Клаус, 93, 262
- Функций, теория, 164–165
- Хайдерабад, 293, 301–303
- Хантингтон, Эдвард В., 43, 44
- Харди, Г. Х., 14–17, 33, 47, 97, 99, 106, 112, 131–132, 135, 155, 183
- «Харуна Мару», 174
- Хевисайд, Оливер, 66, 230
- исчисление, 66, 79
- Хейльбронн, 117
- Хинчин, 125
- Хиросима, 260, 265
- Холдейн, Дж. Б. С., 138–140, 180, 273–274
- Хонги, профессор и миссис, 161–162
- Хопф, Эберхард, 122–123, 180–182
- «Хоутон Мифлин» (Houghton Mifflin), 291
- Ху, Лотти, 192
- Хуарес, Бенито, 242
- Цифровые вычислительные машины, см. Вычислительные машины, быстродействующие
- Цюрихский федеральный технологический институт, 275
- Чайльд, Фрэнсис, 37
- Чандрасекаран, 304
- Чао, И. Р., 174
- Человек-машина, 265
- «Человеческое использование человеческих существ» (*The Human Use of Human Beings*), 291

- Чикагский университет, 24, 56, 187, 275
 «Чудо в Пурун Бхагате» («The Miracle of Purun Bhagat»), 298
 Шарко, Жан, 11, 184
 Шафетц, Морис, 9
 Шварц, м-р и м-с Лоран, 276, 291
 Шекспир, 314
 Шеннон, Клод Э., 153–154, 228–229, 274, 282
 Шмидт, Роберт, 103–105
 Шпионаж, *см.* Проблемы безопасности, США
 Шредер, Э., 45
 Шредингер, Эрвин, 93, 107
 Штейнмец, Чарльз П., 64
 Шустер, сэр Артур, 66
 Эверест, гора, 299
 Эддингтон, Артур Стэнли, 86
 «Эдисъен де де Рив» (Editions des Deux Rives), 291
 Эйзенхарт, 56
 Эйкен, Говард, 231, 258–260
 Эйнштейн, Альберт, 18, 31, 44, 89, 151, 182, 244, 263, 264, 315
 Экзистенциализм, 281–282, 285, 290
 Эконометрика, 226
 Электрические вычислительные машины, 96, *см. также* Вычислительные машины, высокоскоростные
 Электрические фильтры, 214–215
 Электродвижущие силы, 68–70
 Электронная теория, 18
 Электросвязь, 61–67, 221, 230–231, 238, 282
 — в Англии, 130, *см. также* Электротехника, теоретические вопросы
 Электротехника
 — в промышленности, 116
 — проблемы во второй мировой войне, 196
 — теоретические вопросы, 61–64, 145, *см. также* Электросвязь; Электроэнергетика
 Электроэнергетика, 61–63, 230, *см. также* Электротехника, теоретические вопросы
 Электроэнцефалографы, 251–252, 277
 Эллора, 302
 Эль Греко, 247
 «Энкор Букс оф Даблди» (Anchor Books of Doubleday), 291
 Эпилепсия, 251, 277
 «Эр Индия», 294–295
 Эргодическая теорема, 122, 187
 Эрдеш, 197
 Эрмит, Шарль, 172
 Эрро, синьор, 243
 Этика Ведов, 298–299

- Юнги, мистер и мисс, 131
Юниата, колледж, 95, 97
Юри, Гарольд, 255
Ядерные исследования и теория, 134, 261–262, 264, *см. также*
Атомная бомба
Язык и письменность, 283
Япония, 158–159
— во второй мировой войне, 263–265, 294, *см. также* Японо-китайская война; Хиросима
Японо-китайская война, 168, 188, 237
Японские шахматы, 175
Яцевич, Михаил, 39

Норберт Винер

Я — МАТЕМАТИК

*Дизайнер М. В. Ботя
Технический редактор А. В. Широбоков
Компьютерная верстка С. В. Высоцкий
Корректор О. Ю. Кучеренко*

Подписано в печать 05.07.01. Формат $60 \times 84^{1/16}$.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 19,53. Уч. изд. л. 19,72.

Гарнитура Таймс. Бумага газетная.

Тираж 1500 экз. Заказ №

Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика»
426057, г. Ижевск, ул. Пастухова, 13.

Лицензия на издательскую деятельность ЛУ №084 от 03.04.00.
<http://red.ru> E-mail: borisov@uni.udm.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных диапозитивов в ГИПП «Вятка».

610033, г. Киров, ул. Московская, 122.
